

628.1
Т81

А.М. ТУГАЙ, В.О. ОРЛОВ, В.О. ШАДУРА

БУРОВА СПРАВА В ВОДОПОСТАЧАННІ

ПІДРУЧНИК

Затверджено Міністерством освіти та науки України як підручник для
студентів за спеціальностями "Водопостачання та водовідведення",
"Споруди і обладнання водопостачання і водовідведення"

Київський національний
університет будівництва
і архітектури.
Бібліотека

Рівне 2004

УДК 628.112.23.004.67

ББК 38.761.1

Т 66

*Допущено Міністерством освіти і науки України
(Лист №14/18.2-1541 від 8.07.2004 р.)*

Рецензенти:

Будз М.Д., доктор технічних наук, професор Національного університету водного господарства та природокористування;

Дулюк В.Д., кандидат технічних наук, професор, директор інституту "Укрводпроект";

Зошук А.М., кандидат технічних наук, доцент Національного університету водного господарства та природокористування.

Тугай А.М., Орлов В.О., Шадура В.О.

Т-66. Бурова справа в водопостачанні: Підручник.- Рівне: НУВГП, 2004. 268с., іл.

ISBN 966-327-010-1

В підручнику наводяться загальні відомості про підземні води та водозабірні свердловини, описуються способи, установки, обладнання і технології буріння свердловин, порядок проектування і узгодження проектів водозабірних свердловин.

Для викладачів та студентів вищих навчальних закладів за спеціальностями "Водопостачання та водовідведення", "Споруди і обладнання водопостачання і водовідведення"

УДК 628.112.23.004.67

ББК 38.761.1

ISBN 966-327-010-1

© А.М.Тугай, В.О.Орлов, В.О.Шадура, 2004

© Національний університет водного господарства та природокористування, 2004

26

ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК

• **Свердловина** Циліндрична гірська виробка в земній корі, яка характеризується відносно малим діаметром порівняно з її довжиною;

• **Водозабірня свердловина** Свердловина, яка обладнана обсадними і водопідйомними трубами, фільтрами, водопідйомниками, системами регулювання, обліку і контролю;

• **Стовбур свердловини** Простір, який обмежений стінками свердловини;

• **Забій свердловини** Дно бурової свердловини, що розробляється при бурінні;

• **Діаметр свердловини** Умовний діаметр бурової свердловини, який дорівнює діаметру долота;

• **Глибина свердловини** Відстань між устям та забоєм по осі свердловини;

• **Устя свердловини** Місце перетину земної поверхні свердловиною;

• **Конструкція свердловини** Характеристика свердловини, яка визначає зміну її діаметра з глибиною, а також діаметра і довжини обсадних труб та фільтра;

• **Фільтр** Робоча водоприймальна частина свердловини;

• **Діаметр фільтра** Діаметр зовнішньої водоприймальної частини свердловини.;

• **Буріння свердловини** Виконання комплексу операцій, в результаті яких створюється свердловина;

• **Буровий снаряд** Набір технологічного інструмента, який з'єднаний у визначеній послідовності;

• **Буровий наконечник** Частина бурового снаряду, яка безпосередньо руйнує породу при бурінні свердловини;

• **Заглиблення свердловини** Переміщення забою свердловини під дією бурового наконечника на гірську породу;

• **Ліквідація свердловини** Відновлення порушеного свердловиною природного стану гірських порід з метою охорони надр;

• **Спорудження водозабірної свердловини** Виконання комплексу робіт по підготовці до буріння, бурінню, підтриманню свердловини в стійкому стані, встановленні труб та фільтра, відкачі та здачі її в експлуатацію;

• **Освоєння водозабірної свердловини** Комплекс робіт по приведенню продуктивності свердловини до проектної потужності;

• **Забурювання свердловини** Комплекс операцій, які виконуються в початковий період буріння свердловини та закінчуються встановленням напямної труби;

• **Подача бурового снаряду** Регулює поступальне переміщення бурового снаряду в процесі заглиблення свердловини;

• **Обертове буріння** Механічне буріння, при якому руйнівальне зусилля створюється безперервним обертанням бурового наконечника з прикладанням осьового навантаження;

• **Роторне буріння** Обертове буріння, при якому обертання бурового снаряду здійснюється ротором, що приводить в рух буровий станок;

• **Ударне буріння** Механічне буріння, при якому руйнівальне зусилля створюється під дією ударів бурового наконечника;

• **Ударно-канатне буріння** Ударне буріння, при якому повернено-поступальний рух створюється станком і передається буровому наконечнику канатом;

• **Колонкове буріння** Буріння, при якому гірська порода руйнується по зовнішній кільцевій частині поперечного перерізу свердловини із збереженням керну (стовпчика породи);

• **Буріння з промивкою** Буріння, при якому продукти руйнування гірських порід вилучаються із свердловини потоком промивної рідини;

• **Розходжування бурового снаряду** Періодичне припіднімання та опускання бурового снаряду в процесі буріння;

• **Проробка свердловини** Відновлення діаметра бурової свердловини, яке виконується перед опусканням обсадних колон, геофізичними дослідженнями при ліквідації ускладнень та встановленні фільтра;

• **Розширення свердловини** Процес збільшення діаметра бурової свердловини;

• **Пряма промивка свердловини** Промивка, при якій промивна рідина подається в свердловину через буровий снаряд і піднімається по кільцевому просвіту між буровим снарядом та стінками свердловини;

• **Зворотня промивка** Промивка, при якій промивна рідина подається в свердловину через кільцевий просвіт між буровим

снарядом та стінками свердловини і піднімається всередині бурового снаряду;

- **Прихват бурового снаряду** Часткове або повне припинення руху бурового снаряду;

- **Розбурювання** Ліквідація аврії або ускладнення в свердловині шляхом руйнування буровим наконечником завалу породи;

- **Розглинізація** Процес відновлення гідравлічних властивостей водоносної породи експлуатаційного шару при бурінні свердловин із застосуванням глинистих і крейдяних промивочних рідин;

- **Бурова установка** Установка, яка включає наземні споруди, бурове, енергетичне обладнання, яке необхідне при бурінні свердловин;

- **Пересувна бурова установка** Бурова установка з власною транспортною базою, яка пересувається буксируванням;

- **Самохідна бурова установка** Бурова установка, обладнання, механізми, шогла якої змонтовані на транспортних засобах;

- **Буровий насос** Насос, який призначений для подачі під тиском промивної рідини в бурову свердловину;

- **Буровий технологічний інструмент** Буровий інструмент, за допомогою якого буровою установкою проводиться буріння свердловин;

- **Бурове долото** Буровий наконечник, який призначений для руйнування гірських порід при безкернавому бурінні;

- **Ударне долото** Бурове долото, яке руйнує гірську породу ударами;

- **Ріжуче долото** Бурове долото, яке руйнує гірську породу різанням;

- **Шарошка** Деталь шарошочного долота, яка виконана в формі циліндра або конуса і має на бічній поверхні зуби або твердосплавні вставки для руйнування породи при обертанні долота;

- **Шарошечне долото** Долото, яке руйнує гірську породу перекочуванням по забою шарошками;

- **Трубний перехідник** Перехідник, який призначений для з'єднання окремих елементів бурового снаряду, які відрізняються за діаметром та різьбою;

- **Розширювач** Буровий наконечник, який призначений для калібровки та розширення свердловини;

• **Бурильна труба** Труба, за допомогою якої передається обертання від станка або ведучої труби до бурового наконечника;

• **Бурильна свічка** Частина бурильної колони, яка складається з двох або декількох бурильних труб і не розкручуються в процесі спуско - підйомних операцій;

• **Бурильна колона** Частина бурового снаряду, яка складається із бурильних труб та їх з'єднань;

• **Ведуча труба** Частина бурового снаряду, яка безпосередньо сприймає обертання від ротора;

14 → • **Ударна штанга** Штанга із різьбою на обох кінцях, яка призначена для збільшення маси бурового снаряду при ударному бурінні;

• **Буровий сальник** Пристрій, який забезпечує щільне під'єднання нагнітального шлангу до ведучої труби;

• **Вертлюг-сальник** Буровий сальник, який має пристрій для підвішування бурової колони.

ВСТУП

За офіційними даними станом на 01.01.93 р. загальний відбір підземних вод по Україні складав 131 млн.м³/доб, що становить приблизно 21% від прогнозних експлуатаційних ресурсів. При цьому ці ресурси підземних вод розміщені дуже нерівномірно по території. Найбільша їх кількість зосереджена на півночі країни, із розрахунку на одного жителя в Чернігівській області приходить 5.54 м³/доб, а в Дніпропетровській, Одеській, Миколаївській, Донецькій, Кіровоградській – всього 0.28...0.43 м³/доб. В теперішні часи ситуація практично не змінилася і із 700 міст України із водоспоживанням до 10000м³/доб більш ніж в 500 містах водопостачання забезпечується із підземних джерел свердловинами. У великій мірі підземні води стали рятівними під час аварії на Чорнобильській АЕС у 1986 році. Обласні центри Херсон, Суми, Чернігів, Луцьк, Рівне, Тернопіль та 50 міст обласного підпорядкування використовують для водопостачання підземну воду, ще 15 обласних центрів та 50 міст обласного підпорядкування – воду підземних і поверхневих джерел, сільське населення на 90% забезпечує свої потреби підземною водою. В цілому по Україні щорічно буриться та реконструюється декілька тисяч водозабірних свердловин.

Свердловини на воду почали використовувати ще в першому столітті у Китаї у вигляді колодязів глибиною 70...80м. В 1123 році в французькій провінції Артуа водопостачання забезпечувалося артезіанською водою. На Україні централізоване водопостачання з підземних джерел почалося з XVIIст., коли по прокладених в землі дерев'яних трубах воду стали подавати з Київських гір в духовну академію і конвент св.Миколая. Водою з гір забезпечувались також фонтани Фроловського та Братського монастирів, діючий і нині фонтан "Самсон" на Подолі. В цей же час починають застосовувати механічні способи подачі води окремим установам і буриться перша артезіанська свердловина. В 1843 році на території шпиталю Київської фортеці була пробурена свердловина глибиною 103м. Перші свердловини споруджувались шляхом забивання в ґрунт свердлених дерев'яних (соснових або дубових) труб, які мали зовнішній діаметр 325мм, внутрішній – 175мм. Такі свердловини глибиною до 200м існували в Одесі, Сімферополі, Керчі, Луганську. Київ спочатку одержував воду із Дніпра (1870...1872р.р.), при цьому її очищали на повільних фільтрах. Очистка кольорової води Дніпра проходила

погано, тому з 1895 року на Подолі почали бурити свердловини. В 1908 році Київ повністю перейшов на забір води свердловинами ($30000\text{ м}^3/\text{добу}$) і це було навіть рятівним під час холери 1908р.

Буріння свердловин для забору підземних вод є дуже непростотою і відповідальною справою, вимагає великого досвіду і вміння. З одного боку при бурінні ми натрапляємо на безліч невідомих факторів, що ховає в собі земна кора, а з іншого - ми відкриваємо водоносні шари, які при необережності можуть бути забруднені поверхневими водами, недоброякісними водами інших водоносних шарів і, нарешті, потогонними бактеріями та токсичними речовинами.

Для влаштування свердловин витрачається велика кількість труб, високоякісного цементу, бетону, глини і інших цінних матеріалів. Тому до проектування та буріння свердловин на воду повинні допускатися лише ті організації і виробництва, які володіють технікою буріння та гарантують санітарну безпеку при їх влаштуванні.

Технологія влаштування свердловин для цілей водопостачання повільно але неухильно розвивалась і в теперішні часи їй приділяється багато уваги. Згідно постанови Кабміну України №134 від 14.03.92 в усіх областях було передбачено для водозабезпечення сільського населення пробурити за 8 років понад 28 тис. водозабірних свердловин (до цього часу ці завдання ще повністю не виконані). В постанові Кабміну України №1269 від 17.11.97 вказується, що більшість поверхневих джерел забруднені пестицидами, легкоокислювальними органічними речовинами, фенолами, нафтопродуктами і за цими показниками не відповідають ГОСТ2761-84 "Джерела централізованого господарсько-питного водопостачання", а це вказує на необхідність більш широкого використання підземних джерел, водозабірних свердловин.

Підручник написано на основі багаторічного викладення курсу бурової справи в Київському національному університеті будівництва і архітектури та Національному університеті водного господарства та природокористування для студентів спеціальностей "Водопостачання та каналізація", "Споруди і обладнання водопостачання і водовідведення". Вивчення курсу ґрунтується на знанні загальнотехнічних дисциплін: гідравліки, геології та гідрології, насосів та насосних станцій, машин та механізмів.

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

1.1. Характеристика гірських порід

В земній корі мінерали, за рідкісними винятками, не зустрічаються окремо, а зібрані в групи або агрегати. Такі угруповання називаються гірськими породами. Гірські породи за походженням поділяють на вивержені, осадові і метаморфічні. Вивержені або магматичні породи утворилися в результаті тверднення в товщі земної кори або на її поверхні магми, яка піднімалася із середовищ розплавів у верхній мантії. Осадові породи утворилися в результаті накопичення продуктів руйнування всіх порід, які раніше існували. Метаморфічні породи є продуктами видозміни магматичних і осадових порід під впливом високих температур і тисків.

Основними характеристиками гірських порід є мінералогічний склад, структура і текстура. У складі гірських порід переважають мінерали класу силікатів. На їх долю припадає 85% усіх гірських порід земної кори. Мінералогічний склад визначає лише речовину гірської породи, умови утворення гірських порід встановлюються шляхом вивчення їх структури і текстури.

Структура характеризує особливості внутрішньої будови гірської породи. Вона зумовлена розмірами, формою, кількісним співвідношенням мінералів, які її складають, а також характером зв'язків між частинками породи. Текстура характеризує спосіб заповнення простору гірської породи та відображає особливості зовнішньої будови.

Структура магматичної породи поділяється на:

- повнокристалічну (зернисту),
- напівкристалічну (кристали та аморфна речовина),
- аморфну (скловатну).

Для осадових порід характерні уламкові, брекчієвидні, органогенні, змішані та інші структури.

Текстури бувають масивні, шаруваті, макропористі та інші.

При утворенні магматичних гірських порід магма надходить з магматичних осередків у верхній мантії в товщу земної кори або на її поверхню. Коли магма не досягає поверхні і твердне на глибині, в товщі земної кори утворюються глибинні (інтрузивні) магматичні породи. Вилита на поверхню магма твердне і утворює виливні (ефузивні) магматичні породи.

Твердіння магми на глибині відбувається повільно, в умовах великих тисків. Цей процес триває іноді тисячі, мільйони років. За цей час встигають викристалізуватися всі мінерали. Спочатку кристалізуються найбільш тугоплавкі мінерали, а потім мінерали з більш низькою температурою плавлення. Твердіння магми на невеликій глибині або на поверхні земної кори відбувається швидко та при низькому тиску. У цих умовах встигають викристалізуватися лише найбільш тугоплавкі мінерали, а решта мінералів твердне, утворюючи мікрокристалічну або аморфну масу.

Утворення осадових порід пов'язане з процесами вивітрювання та денудації. Вивітрювання – це процес руйнування гірських порід під впливом коливання температур повітря, сонячних променів, води, що замерзає, атмосфери та різних типів організмів, а також розчинної дії води. Продукти вивітрювання не завжди залишаються на місці утворення. Вони переміщуються поверхневими текучими водами, кригою льодовиків, які поступово рухаються, вітром, силою ваги в понижені місця - до підніжжя схилів, в долини та западини, на дно озер, морів та океанів. У понижених місцях продукти вивітрювання накопичуються, ущільнюються та утворюють осадові гірські породи. Вивітрювання поділяється на:

- фізичне,
- хімічне,
- органічне.

При фізичному вивітрюванні, яке спричиняється коливанням температур, механічною дією замерзаючої води, хвилеприпливу, вітру та іншими факторами, гірські породи розпадаються на окремі брили, шматки і мінеральні зерна.

При хімічному вивітрюванні гірські породи зазнають більш глибоких змін. У цьому разі утворюються нові мінерали. Хімічне вивітрювання відбувається або як пряме розчинення гірських порід водою, в якій міститься кисень, вуглекислота та інші речовини, або у вигляді різних хімічних реакцій.

Органічне вивітрювання відбувається в результаті життєдіяльності рослинних організмів, які корінням механічно руйнують гірські породи, а різні кислоти, які виділяють організми, спричиняють хімічне перетворення мінералів.

У пустелях і високогірних районах переважає фізичне вивітрювання. В умовах помірного та тропічного клімату фізичне вивітрювання доповнюється хімічним і -органічним. Масштаби цих процесів дуже

великі. Щороку з материків у моря і океани виноситься близько 5,5 млрд.т речовин у розчинах і до 30 млрд.т в уламках. Внаслідок накопичення продуктів вивітрювання відбуваються їх ущільнення і цементация.

Осадкові гірські породи поділяються на:

- уламкові,
- хімічні,
- органогенні.

Уламкові породи утворились із продуктів вивітрювання, що перенесені і відкладені у вигляді уламків різноманітної величини. Вони можуть бути пухкими і зцементованими різними природними цементами - глинястим, залізистим, вапнистим, кременистим тощо. Хімічні породи утворилися внаслідок випадання в осад речовин з насичених розчинів при зміні їх параметрів. Ці породи утворюються головним чином у зоні мілкого моря. Органогенні породи утворилися в результаті життєдіяльності організмів, більшість яких мешкають у воді і засвоюють з неї речовини для утворення черепашок або скелетів і, після відмирання, утворюють товщу гірських порід. Деякі породи цього типу утворені рослинною речовиною як на суші, так і в воді. Найголовніші осадкові породи наведені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Найголовніші осадкові гірські породи

Уламкові		Хімічні	Органогенні
Пухкі	Зцементовані		
Галька, гравій Щебінь, жорства Пісок Супісок Суглинок Глина	Конгломерат Брекчія Піщаник Амвраліт Аргиліт	Гіпс Ангідрит Кам'яна сіль Вапняк	Вапняк Доломіт Крейда Торф Вугілля

Мінералогічний склад осадових гірських порід визначається умовами їх утворення. Наприклад, в уламкових породах він відповідає мінералогічному складу тієї породи, з якої вони утворились. Багато порід хімічного походження складаються з одного мінералу: гіпсу, ангідриту, кальциту тощо.

Структура осадових порід дуже різноманітна: так, у пісків вона зерниста, у глини - глиняста, у вапняків – кристалічна.

Метаморфічні породи утворилися з магматичних і осадових внаслідок їх зміни під впливом високих температур і тиску. Цей процес одержав назву метаморфізму.

Мінералогічний склад метаморфічних порід в основному такий же, як і первинних магматичних і осадових. Але є мінерали які зустрічаються лише в метаморфічних породах: кордієрит, ставроліт, андалузит тощо. Метаморфічні породи звичайно мають кристалічну структуру. Текстура більшості метаморфічних порід сланцювата. Така текстура зумовлена характером розвитку кристалічних зерен при перекристалізації - з головною віссю, яка перпендикулярна до напрямку зміни тиску. Зустрічаються породи і з масивною текстурою.

Найголовніші метаморфічні породи:

- гнейси, утворюються з магматичних (ортогнейси) і осадових (парагнейси) глинястих порід, мають сланцювату текстуру;
- філіти, утворюються з глинистих порід, текстура у них сланцювата;
- слюдяні сланці, утворюються з глинистих порід внаслідок глибокої видозміни, текстура також сланцева;
- мармури, утворюються з вапняків та доломітів, текстура у них масивна;
- кварцити, утворюються з пісків і пісковиків, текстура у них масивна.

Метаморфічні гірські породи не мають певних форм залягання, вони визначаються формою залягання тих порід, з яких вони утворились.

Валуни, галечник, щебінь і інші уламки гірських порід утворилися в результаті руйнації різноманітних вивержених і метаморфічних порід і наступної дії над ними льодовиків і морської води.

Піски являють собою продукт подальшої руйнації уламкових порід. Найбільше поширення мають кварцові піски. По домішках інших зруйнованих мінералів виділяють піски слюдисті, полевошпатові, магнетитові, залізисті й ін.

Глини можуть утворитися в результаті зносу дрібного мулу, що ріки несуть у виді каламуті і який потім відкладається в спокійній воді. Крім того, є глини, що утворилися в результаті діяльності льодовика, а також ті, що являють собою кінцевий продукт руйнації

переважно полевошпатових і слюдістих порід у процесі вивітрювання (каоліни і монтмориллонітові глини).

Хімічний склад глин різноманітний. Крім каоліну (кремнієвих з'єднань глинозему), до складу глин входять дрібний кварцовий піл, залізисті з'єднання, вапно, доломіт, іноді й інші речовини.

Суглинки (піщані глини) і супіски (глинисті піски) - це перехідні гірські породи від глин до пісків. За своїми складовими вони представляють собою різноманітні співвідношення суміші піщаних і глинистих часток. Назву "суглинок" і "супісок" застосовують тільки для порід четвертинного віку.

Окрім свого походження гірські породи відрізняються розмірами своїх часток, від чого залежить не тільки їх механічні властивості, а й відношення до води. Механічний склад найбільш розповсюджених гірських порід, які можуть наповнюватися водою, наведений в таблиці 1.2.

Основними властивостями гірських порід, які впливають на можливості їх розробки в процесі буріння свердловин на воду та визначають їх відношення до води, є: міцність, твердість, пластичність, абразивність, пористість, тріщинуватість, водопроникненість, водосмість, водовіддача та фільтрація.

Міцність - це здатність порід чинити опір руйнуванню під дією зовнішнього навантаження (при стискуванні, розриві, сколюванні). Значення міцності порід на сколювання і розрив значно менше значення міцності на стискування, тому руйнувати породи сколюванням значно легше.

Твердість - це здатність порід чинити опір проникненню в них твердого тіла (наприклад, робочих елементів бурових наконечників). Найбільшою твердістю характеризуються граніти, піщаники, вапняки.

Абразивність - це здатність порід зношувати робочий інструмент, яким розробляють (обробляють) породи. Вона залежить від твердості, розміру і форми мінералів, які складають породу, а також від її тріщинуватості. Найбільш абразивні породи, це породи в яких тверді мінерали зцементовані з менш твердою породою.

Пластичність - це здатність породи деформуватися під зовнішнім впливом без порушення суцільності і зберігати свою форму після зняття впливу. Пластичність характеризується числом пластичності i_p , обчислення якого зводиться до визначення меж текучості і розкочування

$$i_p = w_L - w_p, \quad (1.1)$$

де w_L - вологість ґрунту на межі текучості, частки одиниці;

w_p - вологість ґрунту на межі розкочування, частки одиниці.

Таблиця 1.2.

Механічний склад найбільш розповсюджених гірських порід

Породи	Розміри частинок, мм
Валуни /окатані/ і каміння /кутасте/:	
крупні	>800
середні	800-400
малі	400-200
Галька /окатана/ і щебінь /кутастий/:	
дуже крупні	200-100
крупні	100-60
середні	60-40
малі	40-20
Гравій /окатаний/ і дресва /кутаста/:	
крупні	20-10
середні	10-4
малі	4-2
Пісок:	
крупний	2-1
середній	1-0,5
дрібний	0,5-0,25
дуже дрібний	0,25-0,10
Пил:	
з крупними частинками	0,10-0,05
з дрібними частинками	0,05-0,01
Глини:	
грубі	0,005-0,001
м'які	<0,001

Межа текучості визначається вологістю ґрунту в момент переходу його з пластичного стану в текучий. Межа розкочування визначається вологістю ґрунту в момент переходу його з пластичного стану у твердий. Пластичність притаманна глинам та породам, що її містять.

Гірські породи за своїм походженням не є абсолютно монолітними, вони мають пори, тріщини самих різноманітних форм і розмірів, а також пустоти. Це означає, що об'єм, зайнятий породою, не весь заповнений частинками, між ними залишається вільний простір, заповнений газами і рідиною.

Породи, що являють собою пористі середовища, можуть наповнюватися водою і утримувати її. Основні властивості пористого середовища, що визначають умови руху води в ньому - пористість і проникність.

Пористість - це загальний обсяг усіх пустот у гірській породі. Розмір пористості гірських порід характеризується коефіцієнтом пористості n , що визначається відношенням об'єму пор до об'єму всієї породи в сухому стані і виражається в частках одиниці або у відсотках

$$n = (V_n / V) 100 \%, \quad (1.2)$$

де V_n - об'єм пор;

V - об'єм гірської породи.

Пористість заповненої водою гірської породи визначає частину її об'єму, яка заповнена водою і виражена як відношення об'єму пустот до загального об'єму породи.

Характеристикою ємкісних властивостей порід, що утримують воду є не повна пористість, а коефіцієнт гравітаційної водовіддачі породи, тобто кількість води, що може вивільнитися з елементарного об'єму шару при його висушуванні.

Під коефіцієнтом водовіддачі прийнято розуміти різницю між загальною пористістю і максимальною молекулярною вологоємністю в урахуванням об'ємних мас скелета і води

$$\mu = n - \frac{\Delta_{ск}}{\Delta_в}, \quad (1.3)$$

де $\Delta_{ск}$ і $\Delta_в$ - відповідно об'ємна маса скелета і води;

n - пористість породи.

Звичайно, величину водовіддачі приймають рівній активній пористості n_a .

Активна пористість - це сукупність щілин і інших пустот, по яких підземна вода може вільно рухатися в гірських породах, не зазнаючи помітного тяжіння і тертя з боку стінок, тому що ці стінки покриті гігроскопічною і плівковою водою. Активна пористість - це також об'єм пустот, щілин і тріщин, які взаємоз'єднані одна з одною.

За походженням у гірських породах розрізняють тріщини трьох видів:

а) тектонічні, що утворилися при формуванні геологічних структур;

б) внаслідок вивітрювання і розмивання гірських порід;

в) літологічні, що пов'язані з формуванням порід.

В залежності від виду і розміру щілин, тріщин і пустот гірські породи можуть мати:

а) некапілярну пористість (дирчастістю, кавернозністю, значною тріщинуватістю і закарстовістю з розмірами проходів більшими за 1 мм);

б) капілярну пористість (в гірських породах зустрічаються пори розміром менше 1 мм, а тріщини шириною менше 0,25 мм).

Пористість, тріщинуватість і тектонічна порушеність порід з урахуванням їх літологічних особливостей і динаміки підземних вод визначають їх гідрогеологічні властивості. Від пористості порід залежать їх властивості: під навантаженням вона зменшується, що визначає стисненість ґрунтів. Водопроникність зумовлює фільтраційні властивості ґрунтів.

Водопроникність - це властивість пористого матеріалу пропускати через себе воду під дією прикладеного градієнту тиску.

До водопроникних порід відносяться грубозернисті піски, гравій, галечник, щебінь, валуни, тріщинуваті скельні породи, тобто породи, у яких є достатня кількість значних пустот для проникнення і руху води.

Рух підземних вод у водоносному шарі, або так звана фільтрація відбувається порами і дрібними тріщинами гірських порід. Окремі струмені рухаються рівномірно, без розірвання суцільного потоку, із невеличкими швидкостями, паралельно одна іншій. Такий рух підземної води переважає в природних умовах і називається ламінарним.

Закон ламінарного руху формулюється в такий спосіб: витрата води, що фільтрується через визначену площу (поперечний перетин) гірської породи, прямо пропорційний цій площі, напорові й обернено пропорційний довжині шляху фільтрації на даній ділянці потоку. Він залежить від деякого постійного розміру - коефіцієнту фільтрації, який властивий даній породі.

Коефіцієнт фільтрації дорівнює витратам води через одиницю площі поперечного перетину шару при напірному градієнті, який

дорівнює одиниці, і чисельно дорівнює швидкості фільтрації при одиничному градієнті. Коефіцієнт фільтрації вимірюється в м/доб.

Коефіцієнт фільтрації на практиці орієнтовно можливо визначати за формулою

$$k=130q / m, \quad (1.4)$$

де 130 - перехідний коефіцієнт;

q - питомий дебіт свердловини, $\text{м}^3/\text{доб}\cdot\text{м}$;

m - потужність водоносного шару, м.

Коефіцієнт фільтрації в польових умовах знаходять за допомогою відкачок, а в лабораторії - за результатами аналізу гранулометричного складу водоносної породи.

Відхилення від закону ламінарного руху відбуваються при швидкості підземної води понад 1000 м/доб, що спостерігається тільки в карстових районах і породах, що мають великі тріщини. Рух підземної води переходить у вихороподібний або турбулентний, при якому струмені води вже не рухаються паралельно.

Всі гірські породи, які приходить розробляти при бурінні свердловин, незалежно від їх походження мають визначений опір розробці їх буровим інструментом. Цей опір залежить від багатьох факторів: складу, побудови, стану і властивостей породи, а також від виду та способу буріння. В зв'язку з цим гірські породи поділяють за буримістю на декілька груп (табл. 1.3)

Від категорії гірських порід за буримістю залежить швидкість буріння, спосіб буріння, вибір бурового інструменту; сила тиску на забій свердловини або вага бурового снаряду.

1.2. Підземні води, характеристика та запаси

Підземними називаються води, які знаходяться в товщах гірських порід земної кори. Підземні води з одного боку постійно взаємодіють з гірськими породами, а з другого боку тісно пов'язані з поверхневими та атмосферними водами. Щорічно з тропосфери, де водночас знаходиться 10 тис. км^3 води, на поверхню землі випадає у вигляді дощу та снігу 512 тис. км^3 води. З цього об'єму води 100 тис. км^3 випадає на сушу. Приблизно 60 % води, що випадає на сушу, випаровується, приблизно 20 % йде в сток і 20 % інфільтрується в товщу гірських порід. Через сток вода потрапляє в річки, а звідти - в

моря і океани. Вода, що інфільтрується, поповнює запаси підземних вод.

Таблиця 1.3.

Категорія буримості порід

Назва породи	Категорія по бури мості	
	Роторний спосіб	Ударно-канатний спосіб
1. Рослинний шар, торф.	I	I-II
2. Супісок з домішками гравію і гальки по об'єму		
а) до 20%;	I-II	I-II
б) понад 20% до 30%;	III	III
в) понад 30%.	III	III
3. Суглинок з домішками гравію і гальки по об'єму		
а) до 20%;	I-II	I-II
б) понад 20% до 30%;	III	III
в) понад 30%.	III	III
4. Глини		
а) середньої щільності;	II	II
б) щільні, з домішками гравію;	III	III
в) валунні.	V	IV
5. Пісок		
а) з домішками до 20% гравію;	I-II	I-II
б) з домішками більше 20% гравію;	III	III
в) сухий.	III	III
6. Крейда		
а) м'яка;	III	II
б) щільна.	IV	IV
6. Піщаник		
а) слабоцементований	III-IV	IV
б) щільна на вапняковому, залістому цементі.	V-VI	V

Певних даних про запаси підземних вод немає. За приближеними оцінками запаси підземних вод складають 100 млн. км³. За

походженням підземні води поділяються на інфільтраційні, залишкові та ювенільні. Інфільтраційні води утворюються внаслідок просочування води з поверхні в товщі гірських порід. Залишкові води утворюються в процесі осадонакопичення на місці стародавніх морів. Ювенільні води виникають під час конденсації парів води, які виділяє магма.

Інфільтраційні води найбільш поширені в земній корі, і, особливо, в її верхніх шарах. Якраз з цими водами найчастіше доводиться мати справу. Щодо залишкових та ювенільних вод, то вони у первісному вигляді зустрічаються рідко.

Знаходяться підземні води, головним чином, в пористих або тріщинуватих породах, що складають літосферу на глибину до 2 км:

- в стані пари, що заповнює пустоти і тріщини порід;
- фізично зв'язаному стані (у вигляді гігроскопічної і плівкової води, тобто у вигляді, увібраних гірськими породами водяних парів і конденсату на поверхні частинок породи);
- вільному стані (у вигляді інфільтраційної і пластової води, що рухається у водопроникних пластах і утворює водоносні горизонти);
- твердому стані (у вигляді кристалів, лінз, прошарків і навіть пластів льоду в товщі вічномерзлих порід);
- хімічно зв'язаному стані (входить до складу кристалевої решітки солей і мінералів).

Водяна пара заповнює пори піщано-глинистих та великоуламкових порід, а також тріщини й пустоти скельних порід. Тут повітря, звичайно, насичене водяними парами, тобто має відносну вологість 100 %. У цих умовах водяна пара переміщується із місць з вищою температурою в місця з нижчою температурою, де пружність водяних парів менша. Прикладом такого переміщення може бути рух водяної пари до промерзаючого з поверхні масиву гірських порід. Під час охолодження водяна пара переходить у рідкий стан.

Гігроскопічна вода знаходиться на поверхні мінеральних частинок піщано-глинястих порід. Ця вода утворюється в процесі конденсації водяної пари шляхом адсорбування її мінеральними частинками. При цьому виділяється теплота змочування. Гігроскопічна вода не може переміщуватися, тому що міцно пов'язана з поверхнею мінеральних часток. Відокремити цю воду можна лише шляхом висушування при температурі 105-100°C. Розрізняють *неповну та максимальну гігроскопічність*. При неповній гігроскопічності молекули води займають лише якусь долю поверхні мінеральних частинок. При

максимальній гігроскопічності вода покриває всю поверхню частинок найтоншою плівкою завтовшки до 0,008 мкм. Гігроскопічна вода має щільність 1,7 і замерзає при температурі мінус 7-8°C. Максимальна гігроскопічність залежить від величини мінеральних частинок, з яких складається гірська порода. Вона дорівнює в пісках - до 1%, в суглинках - до 7%, в глинах - до 21% від ваги частинок.

Плівкова вода, як і гігроскопічна, покриває поверхні мінеральних частинок піщано-глинистих порід плівкою завтовшки 0,25-0,5 мкм. Ця вода може бути відокремлена від частинок також лише шляхом висушування. Утворення плівкової води не супроводжується виділенням теплоти змочування. Плівкова вода може переміщуватися від частинок з більшою товщиною плівки до частинок з меншого товщиною плівки. Таке переміщення не залежить від сили тяжіння. Найбільша кількість плівкової води, в тому числі і гігроскопічної, утриманої гірською породою, називається *максимальною молекулярною вологомісткістю*. Вона дорівнює в пісках до 4 %, в суглинках - до 18%; в глинах - до 44 % маси частинок.

Гігроскопічна та плівкова води утворюють фізично зв'язану воду. Ці води об'єднує те, що вони утримуються на поверхні мінеральних частинок електромолекулярними силами.

Вільна вода знаходиться в порах піщано-глинястих та великоуламкових порід, а також у тріщинах і пустотах скельних порід. Вона може переміщуватися під дією сили тяжіння. Особливістю цієї води є те, що вона передає гідростатичний тиск, а під час руху викликає гідродинамічні сили, які впливають на мінеральні частинки порід. У порах-капілярах та найтонших тріщинах вільна вода стає капілярною. Виділяють капілярно підняту та капілярно підвішену воду. Капілярно піднята вода залягає безпосередньо над рівнем підземної води. Висота капілярного підняття досягає у пісках - 1м, у суглинках - 2.5м, у глинах - 6...12м. Капілярно підвішена вода не має безпосереднього зв'язку з рівнем підземної води.

Вода в твердому стелі, тобто лід, є в породах в умовах сезонної та вічної мерзлоти у вигляді окремих кристалів, лінз, прошарків або значних масивів.

Із усього цього розмаїття, джерелами водопостачання можуть бути лише води у вільному стані, що накопичуються в надрах землі шляхом інфільтрації з поверхневих джерел або з поверхні землі і, частково, шляхом конденсації.

Підземні води майже не мають завислих частинок. Вони, як правило, не мають забарвлення, але часто мають підвищену жорсткість, відрізняються значним вмістом солей заліза і інших елементів, інколи дуже мінералізовані, можуть мати розчинені гази. Більшість підземних вод надійно захищені від попадання в них забруднених поверхневих стоків. Їх кількість і якість меншою мірою, ніж поверхневі води, залежить від атмосферних опадів.

Розподіл підземних вод в надрах землі, форми і типи підземних потоків і умови виходу їх на поверхню у вигляді джерел визначаються геологічними структурами та тектонікою території. Тільки знаючи співвідношення геологічних структур, різних комплексів порід і історію геологічного розвитку регіону, можна правильно оцінити умови водоносності району, що так важливо при потребі буріння свердловин на воду.

Орієнтовно, про зв'язки форм залягання гірських порід і типів геологічних структур з наявністю води в них і можливою водовіддачею можна судити за наведеними нижче даних по Г.М.Каменському (табл. 1.4).

Підземні води, які можна забирати з надр землі свердловинами (трубчастими колодязями) залягають на різних глибинах в пористих, тріщинуватих та карстових породах.

В залежності від умов залягання і гідродинамічних особливостей підземні води поділяють на: води зони аерації, ґрунтові води, міжпластові безнапірні і міжпластові напірні (артезіанські) води та джерела. За умов їх розташування вони включають в себе підземні води різних видів (табл. 1.5)

Води зони аерації це води які залягають в безпосередній близькості від денної поверхні землі. Характеризуються обмеженою територією розповсюдження; різкими коливаннями рівнів; можливим забрудненням з поверхні землі; непостійним хімічним складом та температурою; їх кількість залежить від кліматичних умов – наявності дощів, інтенсивності сніготанення.. Вони є джерелами наповнення ґрунтових вод. Використовуються вони для тимчасових систем водопостачання. Майже завжди потребують очистки і обов'язково бактерицидної обробки.

До цих вод відносяться (табл. 1.4):

- верховодка – вода, що розташовується найближче до поверхні землі, знаходиться на незначних водонепроникних шарах і лінзах, що може випаровуватися або вимерзати;

Таблиця 1.4.

Зв'язки форм залягання гірських порід і типів геологічних структур з наявністю води в них і можливою водоносністю


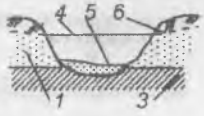



Форми залягання порід	Прояв водоносності
Тектонічні впадини платформ і передгірських областей /територій/ Синклінальні і дипоктивні структури гірських порід	Крупні артезіанські басейни з висхідними джерелами в крайніх зонах Малі і середні артезіанські басейни, тріщинні води глибокої циркуляції, висхідні джерела
Масиви тріщиноватих пористих андезитобазальнових порід (лавові масиви) Міжгірські западини	Рясні ґрунтові потоки, потужні джерела Малі і середні артезіанські басейни
Міжморенні, надморенні і інші льодовикові відкладення Давні і сучасні долини, створені алювіальними і галечниковими відкладеннями: пойменні і алювіальні тераси рік, міжгірні долини	Ґрунтові і міжпластові напірні води Потоки безнапірних ґрунтових вод, рідше напірні води
Передгірні похилі рівнини і конуси виносів Міжгірні низовини	Ґрунтові і артезіанські води. Ключі /джерела/ Басейни ґрунтових і напірних вод
Міжгірні масиви: осадкові породи з чергуванням водопроникних водоносних і водонепроникних шарів, закарстові породи та тріщинуваті	Ґрунтові води і низхідні джерела

• вода дюн і морських берегів – вода, що знаходиться близько від поверхні, строго повторює рельєф місцевості, часто буває такою, що підстеляється сезонною морською водою;

- болотні води - води заболочених земельних ділянок з надлишкового вологості, де залягає торф незначної потужності;
- надмерзлотні води - води що залягають над товщею вічномерзлих ґрунтів.

Таблиця 1.5.

**Класифікація підземних вод за характером
залягання та напором**

Підземні води	Гідравлічні умови	Вид підземних вод	Схема залягання підземних вод
Води аерації	Безнапірні	Верховодка. Води дюн і морських узбережжь. Болотні. Надмерзлотні	
Ґрунтові	Безнапірні	Алювійних відкладень річкових долин; льодовикові відкладення; степів; півпустель і пустель. Гірських і передгірських районів, Тріщинні і карстові. Надмерзлотні	
Міжпластові	Безнапірні	Звичайні міжпластові. Міжмерзлотні і підмерзлотні	
Міжпластові (артезіанські)	Напірні	Пластові, тріщинні, карстові. Підмерзлотні	
Джерела	Напірні /а/ Безнапірні /б/	Низхідні /г/ Висхідні /д/	

Позначення: 1-водопроникні породи, 2-рівень верховодки, 3-непроникні породи, 4-рівень води в річці, 5-алювіальні відкладення річкової долини, 6-рівень ґрунтової води, 7- місце живлення міжпластового горизонту, 8-водоносні (пористі) породи, 9-рівень міжпластових вод, 10-місце живлення, 11-п'єзометрична лінія, 12-місце розвантаження, 13-вихід підземних вод на денну поверхню.

Ґрунтові води - це води першого від поверхні землі безнапірного постійного водоносного горизонту, що залягає на першому

водонепроникному шарі. Важливою їх особливістю є вільна поверхня, тобто відсутність напору. Територія їх живлення співпадає з територією їх розташування та є значною. Як і води зони аерації ці води можуть забруднюватися з поверхні. Коливання їх рівня залежить від кількості поверхневих опадів, але на відміну від вод зони аерації коливання рівнів не таке помітне, як коливання температури та хімічного складу. Ці води можуть мати вигляд потоку (тоді поверхня води має виражений уклон) та басейну (поверхня води без уклону). До цих вод відносяться (табл.І.4):

- води алювіальних відкладень річкових долин - води, що знаходяться в водоносних породах, які утворені крупнозернистими відкладеннями річок;
- води льодовикових відкладень - води, що знаходяться у водоносних шарах, створених внаслідок танення льодовиків;
- води степів, пустель і напівпустель - води, як правило, лесових ґрунтів, які звичайно підстиляються глиною;
- води гірських і передгірських територій - води виносу пористих порід гір, передгір'їв та міжгірських впадин;
- води тріщинуватих і карстових порід та тектонічних зрушень і надмерзлотні води, що мають значну потужність і є постійними.

Міжпластові води - це води що розміщуються в пористих породах, які в свою чергу зверху і знизу оточені водонепроникними гірськими породами. В залежності від наповнення пористих порід водою вони можуть бути безнапірними (водоносний шар не повністю заповнений водою і вода має вільну поверхню) і напірним (водоносний шар повністю заповнений водою і вода в ньому перебуває під тиском). Останні води і називають артезіанськими. До міжпластових вод відносяться звичайні міжпластові, пластові, тріщинуваті і карстові, міжмерзлотні і підмерзлотні води. Всі міжпластові води досить добре захищені від попадання в них забруднених поверхневих вод. Мають відому, як по відстані так і по часу зону живлення, практично постійну температуру та хімічний склад.

Артезіанські води (міжпластові напірні самовиливаючі на поверхню води) вперше стали відомі і вперше експлуатувалися в ХП віці у Франції в провінції Артура (з латині Артезія) і завдяки цьому отримали свою назву. Такі води, як правило, притаманні до крупних геологічних структур. Дуже часто в таких структурах можливо спостерігати поверхове (пластове) розташування водоносних

горизонтів, які розділені водонепроникними шарами. Геологічна структура, яка має напірні міжпластові води одного або декількох напірних водоносних пластів називається артезіанським басейном. Більшість артезіанських басейнів займають значну територію і мають декілька потужних водоносних горизонтів, що спроможні забезпечити водою великі населені пункти. Такі басейни є національним надбанням і взяті під охорону від виснаження і забруднення. Такими басейнами на Україні є Дніпрово-Донецький з напірними водоносними горизонтами розташованими в девонських, юрських, сеноманських та бучаксько-канєвських відкладеннях і Волинсько-Подільський.

Джерела або ключі - це підземні води, що вільно виливаються на поверхню землі. За якістю вони відповідають воді водоносного пласта, із якого виливаються. За ознаками руху води джерела розподіляють на:

- низхідні, що живляться за рахунок безнапірних і напірних підземних вод,
- висхідні, що живляться за рахунок тільки напірних підземних вод.

За витратами джерела поділяються на:

- малі - з витратами менше 1 л/с,
- середні - з витратами 1-10 л/с,
- великі - з витратами більше 10 л/с.

Найбільшу зацікавленість для систем водопостачання викликають джерела зі значними витратами. До них не слід відносити карстові джерела, що інколи мають вигляд підземної річки, і гейзери. Часто води середніх і великих джерел характеризуються високими питними якостями води і є добрими джерелами водопостачання.

Ще однією характеристикою підземних вод є їх температура і мінералізація, яка і визначає можливість їх використання.

За температурою підземні води розподіляють на:

- надзвичайно холодні - з температурою нижче 0°C;
- дуже холодні - температура 0...4°C;
- холодні - температура 4...20°C;
- теплі - температура 20...37°C;
- гарячі - температура 37...42°C;
- дуже гарячі - температура 42...100°C;
- надзвичайно гарячі - температура більше 100°C.

За ступенем мінералізації води поділяються на:

- на прісні (містять в собі солі до 1 г/л);
- слабкомінералізовані (солей 1...3 г/л);
- середньомінералізовані (солей 3...10 г/л);
- мінералізовані або солоні (солей 10...50 г/л);
- росоли (солей 50 г/л і більше).

Мінералізація підземних вод визначається сумою сухого залишку речовин, що містяться у воді.

Для потреб господарсько-питного споживання найдоцільніше використовувати прісні холодні води, а для бальнологічних цілей - гарячі мінералізовані води. Та для їх отримання, як в першому так і в другому випадку, необхідне влаштування водозабірних свердловин.

Порядок використання підземних вод.

Оскільки підземні води займають значні території, не завжди потребують транспортування на значні відстані, мають, в більшості, постійну низьку температуру і часто можуть використовуватися без очистки і обробки для господарсько-питних потреб, а міжпластові, до того ж добре захищені від шкідливих забруднень, то їх використання не пов'язане з питними і господарсько-побутовими потребами, як правило, не допускається. Тільки в місцевості, де відсутні інші джерела водопостачання, а запаси підземних вод є в достатній кількості, можливо, як виключення, використовувати підземні води, що відповідають якості питної води, для інших потреб.

Використання ж різних типів підземних вод для господарсько-питних цілей слід розглядати по мірі їх захищеності від забруднень та енергетичних витрат. В першу чергу треба розглядати можливість використання міжпластових напірних (артезіанських) вод, а при їх відсутності - міжпластових безнапірних вод. Грунтові води слід використовувати при відсутності міжпластових вод або їх малій кількості та якості, що не відповідає вимогам споживача.

Води зони аерації можливо використовувати лише для тимчасового користування.

За запасами підземні води діляться на природні та експлуатаційні.

Природні запаси - це запаси підземних вод, що знаходяться у водоносних пластах в природному стані, тобто в порах і тріщинах водоносних порід. Вони поділяються на статичні і динамічні (постійно поновлювана кількість води в пласті). Природні запаси підземних вод змінюються за порами року і в багаторічному розрізі, залежно від кліматичних факторів, а інколи, і від діяльності людини. Ці зміни особливо великі для ґрунтових вод, меншого мірою - для

міжпластових безнапірних вод, і майже непомітні для напірних (артезіанських) вод.

Статичні запаси підземних вод для водоносних пластів (або для масивів водоносних порід) визначаються за формулою

$$Q_{\text{ст}} = \mu W, \quad (1.5)$$

де μ - коефіцієнт водовіддачі породи, $\text{м}^3/\text{с} \cdot \text{м}^3$,

W - об'єм водонасиченості породи, м^3 .

Динамічні запаси підземних вод можуть визначатися різними розрахунковими методами, залежно від території, для якої вони визначаються. Для ділянки водоносного пласта динамічні запаси підземних вод можуть бути визначені за законом Дарсі

$$Q_d = Bhki, \quad (1.6)$$

де B - ширина потоку підземних вод, м;

h - потужність водоносного пласту, м;

k - коефіцієнт фільтрації, м/доб;

i - гідравлічний нахил потоку підземних вод, що вказує на величину падіння напору або пониження вільної поверхні потоку на одиницю довжини шляху фільтрації.

Динамічні запаси великих територій можна визначити залежно від величини інфільтрації атмосферних опадів за формулою

$$Q_d = ah \cdot Bh = ah \cdot F, \quad (1.7)$$

де a - коефіцієнт інфільтрації (підземного стоку), що вказує, яка частка атмосферних опадів йде на живлення ґрунтових вод і формування підземного стоку;

h - середня багаторічна величина (норма) атмосферних опадів;

F - площа, в межах якої відбувається інфільтрація.

Динамічні запаси підземних вод можуть також визначатись за модулем підземного стоку, сумарним дебітом джерел, радіусом впливу, питомими дебітами і таке інше.

Експлуатаційні запаси - це кількість підземних вод, яку можна отримати із водоносного пласту раціональними в техніко-економічному відношенні водозабірними спорудами за заданим режимом експлуатації і якістю води, що задовольняє вимоги споживачів протягом всього розрахункового періоду водопостачання.

Розміри експлуатаційних запасів підземних вод значною мірою визначаються природними запасами, але не дорівнює їм, тому що при

заборі підземних вод водопримальними спорудами порушується їх природний водний баланс. Створення при водозаборі пониженого тиску навколо водозабору сприяє притоку в цей водоносний пласт вод із сусідніх водоносних пластів, басейнів, а також із поверхневих джерел. Тому експлуатаційні запаси підземних вод перевищують природні запаси. Загальний об'єм експлуатаційних запасів може бути виражений рівнянням

$$Q_a = Q_{cm} + Q_d + Q_{доп}, \quad (1.8)$$

де $Q_{доп}$ - додаткові запаси, що залучаються в процесі водовідбору.

Додаткові запаси підземних вод розрізняють за їхнім походженням. Вони можуть надходити із сусідніх басейнів внаслідок змін підземних водорозділів, перетікати із сусідніх водоносних пластів, із поверхневих водотоків внаслідок утворення депресійної впадини, інфільтрації атмосферних опадів при зниженні рівня ґрунтових вод або при зменшенні інтенсивності випарювання, залучення вод поверхневого джерельного стоку, пов'язаного із зменшенням дебіту джерел або повного їх зникнення, штучного живлення водоносних пластів шляхом спорудження інфільтраційних басейнів, каналів, колодязів та інших споруд.

Додаткові запаси підземних вод можуть надходити в експлуатаційний водоносний пласт рівномірно по всій площі, зосереджено в окремих точках або на окремих обмежених ділянках і навіть збоку - на межі області фільтрації.

Залежно від ступеня обстеженості, визначення якості підземних вод та умов їх використання, експлуатаційні запаси підземних вод діляться на чотири категорії - „А”, „В”, „С₁” і „С₂”.

До категорії „А” відносяться запаси, які розвідані і вивчені детально, що дозволяє визначити в певному обсязі умови їх залягання, побудову порід, напір, фільтраційні властивості ґрунтів, умови живлення та можливість поновлення підземних вод, зв'язок підземних вод із водами інших водоносних пластів і поверхневими водами. Якість води вивчена досконально. Експлуатаційні запаси визначені за даними експлуатації дослідно-експериментальних або експериментальних відкачок.

До категорії „В” відносяться запаси розвідані і вивчені детально, як і в категорії „А”, але природні запаси визначені приблизно. Якість води визначена такою мірою, яка потрібна для встановлення

можливості використання води за призначенням. Експлуатаційні запаси визначені пробними відкачками або розрахунками.

Категорія „C₁” - це запаси розвідані і вивчені в загальних рисах, що дозволяє вирішувати принципову можливість їх використання за заданим призначенням. Експлуатаційні запаси визначені за даними пробних відкачок, або за аналогом ділянок, запаси яких того ж водоносного пласту визначені за категоріями „А” і „В”.

Категорія „C₂” - запаси, що визначаються на базі загальних гідрогеологічних даних, підтверджених опробуваннями в окремих місцях, або за аналогом вивчених ділянок того ж водоносного пласту.

Окрім вищенаведеної класифікації, експлуатаційні запаси підземних вод діляться на дві групи за своїм народногосподарським призначенням.

Балансові запаси - це запаси, використання яких економічно вигідне. Ці запаси відповідають вимогам за кількістю та якістю води даного призначення і за заданих умов режиму їх експлуатації.

Позабалансові запаси - це запаси, використання яких на сьогоднішній день економічно невигідне, внаслідок їх малої кількості, невідповідної якості, складності забору та експлуатації, але які можуть бути використаними в майбутньому.

1.3. Свердловини. Визначення та класифікація

Для забору підземних вод, що залягають на глибині більше 10 м від денної поверхні землі влаштовують водозабірні свердловини. Першим етапом їх влаштування є буріння свердловини. *Свердловина* це циліндричний отвір в земній корі відносно невеликих поперечних розмірів (діаметра) і значної глибини. За своїм призначенням та розташуванням свердловини розподіляються на розвідувальні, розвідувально-експлуатаційні та експлуатаційні, водопонижувальні /дренажні/, спостережні, напірні, поглинальні, дренажно-поглинальні, свердловини подвійного призначення, поодинокі та групові. В залежності від призначення і розташування вони відрізняються і конструктивно.

Розвідувальні свердловини, звичайно, влаштовують без попередньої розвідки, поодинокими, на території де ще не має свердловин. Вони призначаються лише для виявлення та попереднього опробування водоносних горизонтів, а іноді для складання літологічного розрізу порід, що залягають на території,

обраної для влаштування водозабору. Влаштовують їх звичайно полегшеної конструкції, порівняно невеликого діаметра, часто обладнують тимчасовими фільтрами. По завершенню розвідувальних робіт вони ліквідуються.

— Розвідувально-експлуатаційні свердловини влаштовують за таких же умов, що і розвідувальні, але на відміну від них, після закінчення буріння і опробування передаються в експлуатацію. Виходячи з цього їх обладнують постійним обладнанням, а їх діаметри повинні бути достатніми для розміщення в них експлуатаційного водопідйомного обладнання розрахункової продуктивності.

— Експлуатаційні свердловини - це свердловини, що буряться в добре розвіданих районах, на території вже діючих водозаборів з водозабірними свердловинами. Влаштовують їх діаметром достатнім для розміщення експлуатаційного обладнання. Разом з тим, експлуатаційними свердловинами можна вважати лише ті свердловини, які пробурені, опробувані і передані в експлуатацію. Тому поодинокі свердловини повинні бути тільки розвідувальними або розвідувально-експлуатаційними.

— Водопонижувальні дренажні свердловини - це свердловини призначені для пониження рівня підземних вод при будівництві, розробці корисних копалин, осушенні територій, тощо.

— Спостережні - свердловини які влаштовують для багатолітніх спостережень за підземними водами.

— Напірні - це свердловини які влаштовують для схоронення промислових стоків.

— Поглиналильні - свердловини за допомогою яких поповнюють, або створюють запаси підземних вод, влаштовують гідравлічні перепони притоку інших вод до експлуатаційних свердловин або в водоносний шар.

— Дренажно-поглинальні - це свердловини які забезпечують забір води із верхніх водоносних шарів і подачу її в нижче розташовані.

Свердловини подвійного призначення - це свердловини що працюють в двох режимах: як поглинальні і як водозабірні /експлуатаційні/.

Групові свердловини з декількох свердловин на відносно невеликій території влаштовують на розвіданих, добре вивчених територіях, часто на територіях де вже експлуатуються токі водозабори.

1.4. Основні елементи свердловини

Конструкція свердловин під час буріння залежить від способу буріння, стійкості гірських порід, що їх проходять під час буріння та глибини самої свердловини (рис. 1.1).

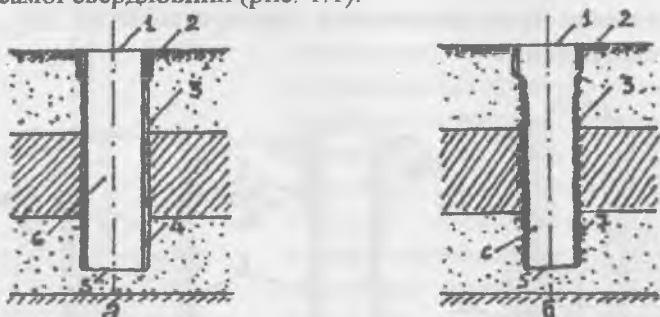


Рис.1.1. Основні елементи свердловини при бурінні

а - при ударно-канатному способі буріння; б - при роторному бурінні з прямою промивкою; 1 - устя; 2 - направляюча труба /кондуктор/; 3 - стінки; 4 - обсадна труба; 5 - забій; 6 - стовбур; 7 - глиняна кірка на стінках

Неглибокі свердловини, звичайно, бурять одним діаметром, глибокі - різними /найбільшим зверху - гирло і найменшим внизу/ тобто телескопічно. При ударно-канатному способі буріння паралельно з заглибленням встановлюють і обсадні труби, які утримують стінки свердловини від обвалу. При роторному, колонковому і інших оберткових способах буріння обсадні труби встановлюють лише після закінчення буріння на повну глибину одним діаметром. На час буріння в цих випадках стінки свердловин від обвалу утримує глиняна кірка та протитиск промивної рідини. Після закінчення буріння свердловини мають однакову конструкцію - циліндричний отвір в земній корі, закріплений обсадними трубами. В той же час основні елементи свердловин не залежать від способу буріння і мають однакові назви: гирло, стінка, стовбур, забій, направляюча труба /кондуктор/, обсадна труба, фільтрова колона в складі надфільтрової труби з сальником, фільтра, відстійника (рис.1.2.).

Обсадні труби встановлюються в свердловині для попередження попадання забруднених вод у водоносний шар і можливого обвалу стінок свердловин. Затрубний простір (простір між стінками

свердловини і обсадними трубами) цементують, що захищає труби від корозії та гарантує герметичність свердловини. Стовбур свердловини може закріплюватися однією або декількома колонами обсадних труб, які розташовуються концентрично. Перша колона обсадних труб називається направляючою або кондуктором. Колона в якій встановлюється насос називається експлуатаційною або робочою, решта - технічними.

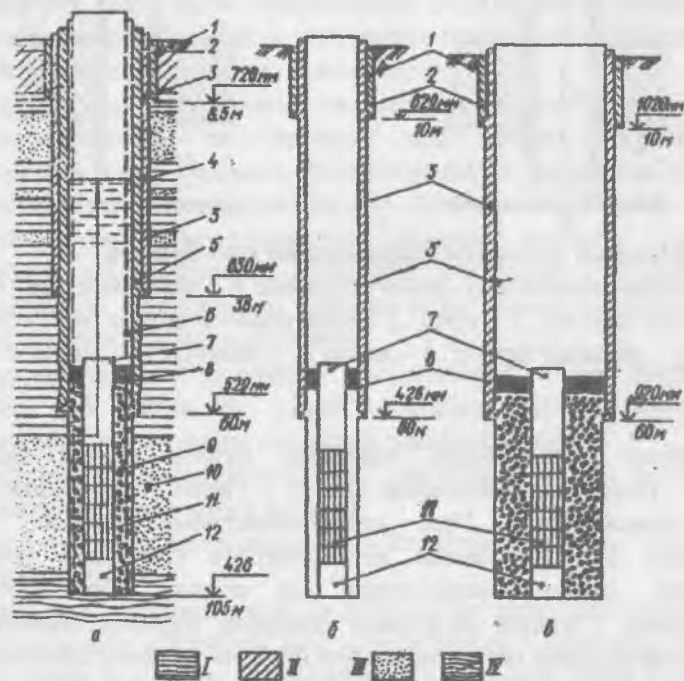


Рис. 1.2. Конструкція свердловин, пробурених різними способами буріння

а - ударно - канатним; б - роторним з прямою промивкою; в - роторним із зворотною промивкою; I - глина; II - суглинок; III - пісок; IV - аргиліт; 1 - затрубна цементация; 2 - кондуктор; 3 - затрубно - міжтрубна цементация; 4 - технічна колона труб; 5 - експлуатаційна колона труб; 6 - технічна колона труб, яка витягується після установки фільтра; 7 - надфільтрова труба; 8 - сальник; 9 - піщано - гравійна обсыпка фільтра; 10 - водоносний шар; 11 - фільтр; 12 - відстійник

Основні елементи водозабірної свердловини зображені на рис 1.3.

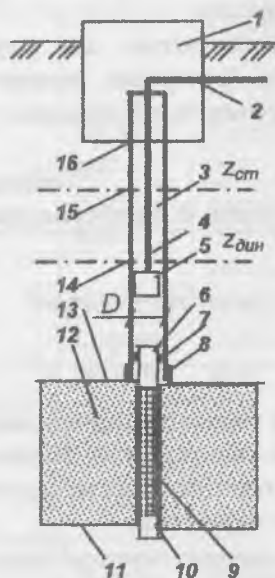


Рис. 1.3. Схема водозабірної свердловини

1 - підземна камера; 2 - нагнітальний трубопровід; 3 - стовбур свердловини; 4 - водопіднімальні труби; 5 - насос; 6 - надфільтрова труба; 7 - сальник; 8 - башмак обсадних труб; 9 - фільтр; 10 - відстійник; 11 - підлога водонасиченого шару; 12 - водоносний шар; 13 - покривля водонасиченого шару; 14 - динамічний рівень; 15 - статичний рівень; 16 - експлуатаційна колона обсадних труб

Замість підземної камери може влаштовуватись наземний павільйон. Вода із водоносного шару потрапляє через фільтр всередину експлуатаційної колони звідки насосом подається нагнітальним трубопроводом споживачу. Для запобігання потрапляння водоносної породи в експлуатаційну колону між нею і фільтровою колоною встановлюється сальник.

1.5. Способи буріння

Буріння свердловин складається із трьох послідовних або паралельних процесів:

- руйнування гірських порід,
- вилучення зруйнованої породи із свердловини,
- закріплення стінок свердловини.

В залежності від виду енергії, яка витрачається на руйнування /розробку/ гірських порід розрізняють ручне і механічне буріння. Ручне буріння застосовують, як виключення, переважно для влаштування розвідувальних свердловин глибиною до 20...30 м і діаметром 25...200мм, а також для влаштування водозабірних

свердловин індивідуального користування такої ж глибини. У всіх інших випадках застосовують механічне буріння.

В залежності від прийомів, що застосовуються для розробки гірських порід буріння буває: обертовим (роторним, колонковим, шнековим), ударним, вібраційним, гідравлічним, комбінованим.

Таблиця 1.6.

Способи буріння свердловин та умови їх застосування

Вид енергії	Спосіб буріння	Назва способу буріння	Умови застосування
1	2	3	4
Ручний	Обертовий ✓	Обертово-штанговий ✓	Буріння свердловин глибиною до 20...30м, діаметром до 200мм в м'яких ґрунтах, коли механічне буріння неможливе
	Ударний	Ударно-канатний Ударно-штанговий	Те ж, в твердих /міцних/ породах, коли механічне буріння неможливе або недоцільне
Механічний	Обертовий ✓	Роторний з прямою промивкою ✓	Буріння свердловин в сприятливих гідрогеологічних умовах будь-якої глибини, діаметром до 500...600мм N 32
		Роторний з промивкою водою або продувкою повітрям	Буріння свердловин в стійких /міцних/ породах N 42
		Роторний із зворотною промивкою	Буріння свердловин глибиною до 200м, діаметром 500мм і більше в стійких породах N 31
	Обертовий ✓	Колонковий ✓	Буріння свердловин діаметром до 200мм в міцних породах та розвідувальних свердловин
		Шнековий ✓	Буріння неглибоких /до 20...50 м/ свердловин діаметром до 250мм в суглинках, глинах і супісках

1	2	3	4
		Турбінний	Буріння свердловин діаметром 1000мм і більше глибиною не менше 200м
Меха- нічний	Оберто- вий і удар- ний	Електрич- ний	Теж саме
		Комбінова- ний /ударно- канатний і роторний/	Буріння свердловин глибиною більше 150м в складних гідрогеологічних умовах
	Гідрав- лічний	Гідравліч- ний	Буріння свердловин глибокого водопониження, неглибоких /до 20м/ свердловин в стійких породах, які розмиваються, та забурювання /установки/ фільтрів при інших способах буріння
	Вібра- ційний	Вібраційний	Буріння неглибоких /до 25...50м/ розвідувальних свердловин в м'яких породах і для закріплення стінок свердловин обсадними трубами при ударно-канатному способі буріння
Меха- нічний	Удар- ний ✓	Пневматич- ний	Буріння неглибоких свердловин в міцних породах для подальшого їх розширення вибухом
	Вогнен- ний	Вогненим	Буріння свердловин в міцних скелястих суцільних породах та сумісно з ударно-канатними способами для буріння міцних порід

2. ПРОЕКТУВАННЯ ВОДОЗАБІРНИХ СВЕРДЛОВИН

2.2. Склад проекту та вихідні дані

При бурінні свердловин слід враховувати чисельні фактори: місце розташування і можливість влаштування зон санітарної охорони, можливий вплив опадів та поверхневих вод, глибину залягання водоносних порід, геологічну побудову і структуру порід в місці буріння, діаметр свердловини, вид водопідйомного обладнання, вимоги до якості води та режиму роботи водозабору і багато інших. Тому буріння свердловин за типовим проектом просто неможливе і вимагає розробки індивідуального проекту на буріння в кожному окремому випадку.

Проект буріння свердловин для водопостачання (влаштування водозабору підземних вод) складається із пояснювальної записки та креслень геологотехнічного розрізу. Пояснювальна записка має загальну і спеціальну частини.

✓ Загальна частина пояснювальної записки містить:

а) дані об'єкту водопостачання, його адміністративно-територіальне розташування, точне місце знаходження свердловини, абсолютну висоту устя свердловини, обґрунтований вибір місця закладання свердловини з врахуванням гідрогеологічних умов і техніко-економічних факторів, санітарна обстановка на ділянці буріння, наявність водоносних шарів та корисних копалин, потужність водоносних шарів, якість води в них та їх використання іншими водоспоживачами і водокористувачами. Тут же наводяться вихідні дані для проектування, дозвіл відповідних органів на буріння та акт обстеження місця закладення свердловини;

б) водоспоживання і схему водопостачання об'єкту, де наводяться добові, погодинні та секундні витрати водоспоживання, виділяються споживачі з великим або вкрай нерівномірним водоспоживанням, місце підключення водозабору, що проектується, тиск в точці підключення та необхідний тиск і продуктивність насосів, якими будуть обладнані водозабірні свердловини, а також необхідність в очищенні або обробці води свердловини і умови її транспортування до очисних споруд;

в) геологічні і гідрогеологічні умови району і ділянки буріння, де наводяться дані по рельєфу місцевості з абсолютними відмітками, геологічна побудова та характеристики гірських порід, окремо водоносні шари чи шари артезіанського басейну з зазначенням їх водовіддачі, потужності, напору та розташування, якість води,

перспективу використання, можливість бактеріологічного, хімічного, радіаційного, біологічного забруднень та умови його попередження;

г) оцінку всіх природних, санітарних, економічних факторів для обґрунтованого вибору одного або декількох водоносних горизонтів, які найбільше відповідають завданню і визначають глибину буріння.

— Спеціальна частина пояснювальної записки висвітлює всі питання, що безпосередньо пов'язані з бурінням, опробуванням свердловини, її облаштування та передачею в експлуатацію і включає:

а) геологічний (геолого - технічний) розріз свердловини (рис. 2.1);

б) конструкцію свердловини з визначенням типу свердловини, її діаметра, глибини, способу буріння, п'єзометричних рівнів (очікуваних) водоносних шарів, можливий питомий та загальний дебіт, діаметр та матеріал направляючої (кондуктора) та обсадних труб, обстеження (електро- чи гама-каротаж), тип, конструкцію, розміри та щільність фільтра, креслення геолого - технічного розрізу свердловини із зазначенням категорій порід за буримістю;

в) порядок проведення бурових робіт з визначенням обладнання, інструменту, черговості виконання робіт і операцій;

г) опробування свердловини з виявленням відповідності дебіту свердловини пониженню статичного рівня та передбаченого проектом рівня;

д) обладнання свердловини водопідйомними насосами чи установками, запірною і регулюючою арматурою, контрольно-вимірювальними приладами;

ж) перелік документації по передачі свердловини в експлуатацію.

Для розробки проекту необхідно мати наступні дані:

1) технічне завдання, в якому вказується тип водоспоживача (господарсько – питний, виробничий, тощо), продуктивність водозабору з урахуванням перспективи розвитку, а при негосподарсько – питному споживанні вимоги до якості води, дозвіл на використання підземних вод;

2) матеріали по розвідці або затверджені запаси підземних вод;

3) топографічний план майданчика в масштабі від 1:500 до 1:5000 (в залежності від розмірів);

4) оцінка можливих впливів на якість підземних вод (наявність шламосховищ, накопичувачів, фільтрація стоків або відходів тощо);

5) вплив на екологічний стан місцевості відбору підземних вод;

6) інженерно – геологічні умови майданчика водозабору (фізичні, фізико – механічні, водні властивості ґрунтів та їх агресивність);

7) наявність фізико – геологічних явищ і особливих інженерно – геологічних умов (карсти, обвали, підмиви, селі, сейсмічність, спучування, підтоплення, тощо);

8) можливість використання місцевих будівельних матеріалів.

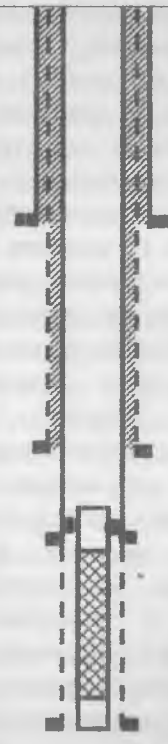
Номер шару	Категорія бурим.	Товщина шару, м		Глибина підлоги, м	Абсолютна відмітка, м	Назва породи	Статичний Рівень	Конструкція свердловини		
								Ударно-канатний спосіб	Діаметр, мм довжина, м	
									при бурінні	при здачі
1	I	14	14	38		Рослинний шар суглинок	32			
2	II	5	19	33		Суглинок				
3	III	27	46	6		Глина жирна			508 40	508 40
4	III	34	80	-28		Глина різної густини			426 78	
5	III	8	88	-36		Глина з піском				273 84
6	II	25	113	-61		Пісок водоносний				377 89
7	II	5	118	-71		Глина			377 114	273 114

Рис. 2.1. Проектний геолого - технічний розріз свердловини

Буріння водозабірних свердловин, передача розвідувальних свердловин в експлуатацію повинно проводитись тільки при відповідних узгодженнях і дозволах.

До початку проектуванням необхідно отримати акт вибору земельної ділянки (підписується районними або міськими службами), висновок районної або міської санітарно – епідеміологічної служби,

завдання на проектування (при будівництві в м. Київ лист – дозвіл на виконання проектних робіт), при наявності наземних споруд – архітектурно – планувальне завдання або будівельний паспорт, гідрогеологічний висновок на відбір підземних вод у відповідному геологічному управлінні (для м.Київ ДРАП „ПІВНІЧГЕОЛОГІЯ”), технічні умови водоканалу на водозабір та водовідведення, технічні умови на енергопостачання.

На прикладі м.Київ проект необхідно погодити з ДРАП „ПІВНІЧГЕОЛОГІЯ”, водоканалом (технічні рішення та водомірний вузол), АТ "Київгенплан" та „Київенерго”, інженерним управлінням "Головкийархітектура", міською санітарно – епідеміологічною службою, Державним міським управлінням екологічної безпеки. Управління екобезпеки видає заключення (висновок) по проекту та дозвіл на буріння конкретній організації. До початку будівництва при відсутності АПЗ необхідно отримати лист – дозвіл на проведення будівельних робіт та висновок Державної експертизи. Роботи починаються з відкриття ордеру в Управлінні містобудування та благоустрою. Після закінчення буріння необхідно виготовити „Паспорт свердловини” в трьох примірниках – Замовнику, Генпідряднику, ДРАП „ПІВНІЧГЕОЛОГІЯ”. Після здачі свердловини Державній комісії в Державному управлінні екології з візами ДРАП „ПІВНІЧГЕОЛОГІЯ” та облводоканалу необхідно оформити дозвіл на спецводокористування.

При будівництві водозабірних свердловин в інших містах та регіонах слід проводити узгодження з відповідними (названими вище) службами цього міста або регіону.

2.2. Вибір водоносного шару та місця розташування свердловини

Водозабірні свердловини передбачаються на ділянках, задовільних у санітарному відношенні та де можна отримати необхідну кількість води.

Місце розташування водозабірних свердловин визначається за результатами розвідницьких гідрогеологічних досліджень. Майданчик повинен забезпечувати організацію зони санітарної охорони, знаходитись якнайближче до споживача, бути прив'язаним до місця найкращого живлення експлуатованого водоносного пласту, в якому виключено погіршення якості та зменшення дебіту свердловини в

результаті її взаємодії з існуючими та експлуатованими водозаборами підземних вод на сусідніх ділянках.

Найчастіше свердловини розташовують у долинах рік, ближче до відкритих водоймищ, але не на ділянках, які затоплюються повінню. Проте, слід враховувати, що водоносний шар може мати досить легкий зв'язок з поверхневими водами, а це може викликати проникнення в нього небажаних забруднень з поверхні землі. Використання ж більш глибоких водоносних шарів може бути не завжди доцільним так, як насиченість їх звичайно зменшується через більш складні умови живлення і руху в них води. Ділянки, які знаходяться по течії ріки нижче населеного пункту також несприятливі для розміщення водозабору через можливий вплив каналізаційних, промислових та дощових вод. Краще розміщувати свердловини вище джерел забруднень по потоку ґрунтових вод, що робить їх більш захищеними у санітарному відношенні. Для невеликих населених пунктів чи окремих сільськогосподарських або виробничих підприємств свердловини передбачаються біля водонапірної башти, яка розташована у найвищій точці місцевості.

Для постійної експлуатації слід вибирати водоносний пласт з високою якістю води, достатньою потужністю та водозабезпеченості (високим дебітом). Бажано, щоб водоносний шар був захищений зверху водотривкими породами. Великий вплив на якість води в водоносному шарі має характер живлення підземних вод та їх зв'язок з поверхневими або річковими водами. При живленні ґрунтових вод підрусловими або річковими водами, інфільтраційними водами від атмосферних опадів, завжди можливе їх забруднення і тому вимагається додаткова санітарна охорона річки. При використанні артезіанських вод важливо визначити чи то є зона живлення або дронування відносного горизонту. В зоні живлення, звичайно, спостерігається низхідна фільтрація і можливе проникнення зверху забруднень. В зонах дронування спостерігається висхідний рух потоку, а тому навіть при слабкій покривлі практично не можливе проникнення забруднень з поверхні.

Проте, при інтенсивних відкачках і зниженнях рівня води нижче рівня поверхневих вод або ґрунтових вод можливий перехід водоносного шару в зону живлення. При розташуванні таких свердловин біля морів можливе підсмоктування солоних вод і перехід води водоносного шару в групу мінералізованих вод (таке явище мало місце в Красноперкопську). Склад водоносної породи також впливає

на можливість забруднення. Так, в пісках вода просувається повільно і досить рівномірно, а в тріщинуватих, закарстованих породах вода рухається нерівномірно із значними швидкостями, перемішуючи забруднення на значну відстань. В той же час умови забору води кращі при використанні водоносних шарів в тріщинуватих породах, далі в галечниках, крупнозернистих пісках тощо.

Для окремих свердловин, які забезпечують водою малі населені пункти, бажано забурюватися до водоносних шарів з питною водою, що дає змогу відмовитись від водоочисних споруд.

При великій кількості свердловин вибір водоносного пласту може здійснюватись на основі техніко-економічних розрахунків. Найчастіше при цьому виникає задача порівняння капітальних та експлуатаційних затрат водозаборів:

1. з більшою кількістю малodeбітних свердловин і забором води з менш заглиблених горизонтів;
2. з меншою кількістю високодебітних свердловин з більш заглиблених горизонтів.

В капітальні вкладення входять будівництво збірних водоводів, спорудження комунікацій, ліній електропостачання та зон санітарної охорони, затрати на будівництво свердловин та насосних станцій, в тому числі камер або павільйонів.

Вартість будівництва збірних водоводів (в цінах 1984р на 1км труб) при глибині закладання до 3м складають для чавунних труб діаметром 100мм - 11.7 тис.грн., 150мм - 14.1 тис.грн., 200мм - 17.1 тис.грн., 250мм - 20.3 тис.грн., 300мм - 24.3 тис.грн.; для сталевих труб діаметром 100мм - 10.2 тис.грн., 150мм - 12.5 тис.грн., 200мм - 15.3 тис.грн., 250мм- 17.4 тис.грн., 300мм - 20.7 тис.грн. Вартість на одну свердловину зон санітарної охорони з благоустроєм дорівнює 16.6 тис.грн., ліній енергопостачання 1.5тис.грн. при дебіті свердловини до 20 м³/год, 1.7 тис.грн. при дебіті 21...100 м³/год, 1.8 тис. грн. при дебіті 101...200 м³/год. Тобто для більш продуктивних свердловин ці показники будуть більшими для кожної свердловини але менша їх кількість може зменшити загальну вартість. Вартість будівництва свердловини більша при більшій її продуктивності (табл.2.1), але зменшується із зменшенням глибини. Наземні павільйони або камери з насосами мають більшу вартість при більшій продуктивності свердловини (табл.2.2), але менша їх кількість вплине на загальну вартість їх будівництва. При переході на вартості споруд і обладнання поточного року наведені вартості, звичайно,

Таблиця 2.1.

Вартість будівництва свердловин в залежності від способу буріння

№пп	Дебіт, м ³ /доб	Глиби- на сверд- ловини, м	Вартість в залежності від категорії буримості порід, тис.гри.			
			Ударно-канатне		Роторне	
			I-II	III-IV	I-II	III-IV
1	До 20	50	7.9	8.1...8.6	6.5	6.7
2	До 20	100	14	14.3...14.9	11.3	12
3	До 20	200	43.2	44.1...46.3	18.5	19.9
4	21...100	50	11.9	12.3...12.6	8	8.4
5	21...100	100	21.9	22.4...23.4	16.3	17.5
6	21...100	200	71.7	72.9...75.2	28.7	31.4
7	101...200	50	13.4	13.7...14.4	15.3	15.9
8	101...200	100	22.5	22.9...24.1	21.6	23.6
9	101...200	200	83.3	84.9...87.6	38.8	43.1

збільшуються на щорічно встановлюваний коефіцієнт. Так, в 2003р. він приймався рівним п'яти і має зараз тенденцію до зменшення.

До експлуатаційних витрат входять затрати на оплату електроенергії; затрати на технічне обслуговування та ремонт. Електроенергія витрачається на підняття води по водопідйомним трубам та транспортування до збірного резервуару. Тому для визначення цього показника слід протрасувати збірні водоводи, визначити їх діаметри, втрати напору, визначити напір насоса в найдаальшій від резервуару свердловині. При відкачуванні із менш заглиблених свердловин цей показник може бути меншим, якщо на нього сильно не вплинуть втрати напору в збірних водоводах. Амортизаційні відрахування та затрати на поточний ремонт визначаються у вигляді відсотків від вартості споруд (капітальних вкладень): відповідно 10% від вартості свердловин, 4% - від вартості водоводів.

Таким чином, для проведення техніко-економічного розрахунку по вибору експлуатаційного водоносного пласту потрібно визначити величину приведених витрат, які для вибраного водоносного шару повинні бути мінімальними

$$П = C + E_n K, \quad (2.1)$$

де C - поточні витрати або експлуатаційні затрати, грн.;

$E_n = 0.15$ нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень;

K - капітальні вкладення, грн.

Таблиця 2.2.

Вартість насосних станцій над свердловинами з насосами марки ЕЦВ

№пп	Дебіт, м ³ /доб	Глибина свердловини, м	Тип насоса ЕВ	Вартість, тис.грн..
1	До 20	50	6-6.3-85 6-10-80	3.8 3.9
2	До 20	100	6-10-110 6-4-130 6-1-140 8-16-140	4.1 4.1 4.3 4.9
3	До 20	200	6-10-235	4.8
4	21...100	50	8-25-100	4.5
5	21...100	100	10-63-110 10-63-150	5.3 6.5
6	21...100	200	8-25-300 10-63-270	7.8 8.3
7	101...200	50	10-120-60 12-160-65	5.6 6.2
8	101...200	100	12-160-100	6.8

Примітка: вартості надані для свердловин, які обладнані підземними камерами, при використанні наземних павільйонів вартості збільшуються на величину до 9% в залежності від типу насосів.

2.3. Вибір способу буріння

Можливі способи буріння та умови їх використання наведені в табл.1.6. Проте найчастіше буріння свердловини проводиться обертовим (роторним, колонковим) або ударно - канатним способом. Вибір способу проводять на основі геологічних і гідрогеологічних умов ділянки водозабору - глибини та літології порід водоносного горизонту, діаметра свердловини, техніко - економічних показників буріння. При визначенні техніко - економічних показників слід враховувати якість будівництва та довговічність свердловини;

тривалість її спорудження; вартість будівництва. Для оцінки цих факторів можна навести такі дані (табл .2.3., 2.4).

Таблиця 2.3

Вартість будівництва свердловин (в цінах 1984 р.)

Продуктивність, м ³ /год	Глибина, м	Вартість, тис.крб при способі буріння	
		Ударно-канатний	Роторний
До 20%	100	12,4 - 14,2	7,9 - 8,4
	150	17 - 19,6	14,1 - 15,2
20 - 100	100	18,2 - 21	9,9 - 10,8
	150	25,9 - 29,5	17,3 - 19,2
100 - 200	100	22,2 - 25,2	13,6 - 14,8
	150	41,2 - 46,2	25,1 - 27,9

Тобто, вартість будівництва ударно-канатних свердловин звичайно вища, але продуктивність свердловини більша при умові кольматації водоносного шару та неможливості повної розглинизації.

Тому, звичайно, вважається, що ударно-канатний спосіб буріння слід використовувати при глибині свердловин до 150м і несприятливих гідрогеологічних умовах (малий дебіт, малий напір, сильна кольматація порід, відсутність води та глини для буріння роторним способом, тощо).

Таблиця 2.4.

Характеристика продуктивності свердловин в залежності від способу буріння [3, 4]

№ свердловини	Роторний спосіб			Ударно - канатний спосіб		
	Зниження, м	Дебіт, м ³ /год	Питомий дебіт, м ³ /год·м	Зниження, м	Дебіт, м ³ /год	Питомий дебіт, м ³ /год·м
6	17,9	130	7,45	7,55	144	19,4
8	0,73	254	348,0	0,72	321	459,0
23	2,32	159	67,1	0,72	305	421,0
13	5,23	86,5	16,8	13,70	323	24,9

В сприятливих гідрогеологічних умовах використовується:

– роторний спосіб з прямою промивкою при будь-якій глибині свердловини і початковим діаметром до 500 мм;

– роторний спосіб із зворотною промивкою в породах I-IV категорій без включень валунів та великої гальки, великих діаметрах свердловини і глибинні свердловини до 200 м;

– колонковий при глибині свердловини до 150 м в скельних породах при діаметрі 150...200 мм.

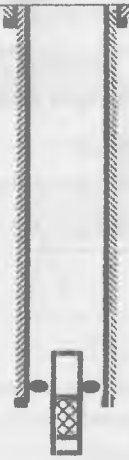

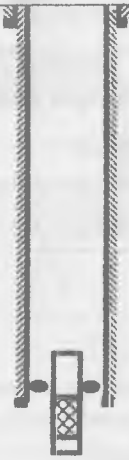

В усіх випадках обладнання для буріння вибирають в залежності від категорії буримості порід (табл. 1.3).

2.4. Обґрунтування конструкції

Найпоширеніші конструкції свердловин наведені в таблиці 2.5. при їх бурінні установками ІБА – 15В та УГБ – 3УК.

Таблиця 2.5.

Конструкції свердловин

Роторне буріння			Ударно-канатне буріння		
Конструкція	Діаметр, мм; довжина, м		Конструкція	Діаметр, мм; довжина, м	
	При бурінні	При здачі		При бурінні	При здачі
	426	426			
	9	9			
				508	508
				c	c
		219		426	324
		a-4		2c	a-4
	394	324			377
	a+1	a+1			a+1
	295	219		377	324
	b+1	b+1		b+1	b+1

Примітка: а - глибина до покрівлі водоносного пласта; б - глибина до підшови водоносного пласта; с - вихід колони не більше 50 м, так щоб башмак зупинявся у щільних пластах; штрихові лінії — вилучені після буріння колони труб

Для одержання максимальної водозахоплюючої здатності необхідно забезпечити максимально можливий діаметр експлуатаційної колони і відповідно максимальний діаметр фільтра, які залежать від обраного устаткування.

Необхідні співвідношення між діаметрами обсадних труб і розмірами долот для свердловин окремо ударно- канатного та роторного способів буріння наведені в таблицях 2.6, 2.7.

Таблиця 2.6.

Необхідне співвідношення діаметрів обсадних труб і розмірів долот ударно-канатного буріння

Діаметр обсадної труби, мм		Діаметр башмака, мм	Зовнішній діаметр обточеної муфти	Діаметр долота, мм
Зовнішній	Внутрішній			
168	152	192	184	148
219	203	243	235	198
273	255	294	287	248
324	305	346	339	298
377	355	396	391	345
426	404	447	441	395
508	486	544	534	480

Таблиця 2.7.

Необхідні співвідношення діаметрів обсадних труб і розмірів долот при роторному бурінні

Зовнішній діаметр, мм		Розмір долота	
Обсадної труби	Муфти	№	Діаметр, мм
168	188	11	269
		12	295
219	245	12	295
		14	346
273	297	14	346
		16	394
324	351	14	346
		16	445
377	402	18	445
		20	490
426	451	20	490

Різниця в діаметрах для попередньої та наступної колони обсадних труб для роторного способу буріння повинна бути не менше 100мм, а для ударно - канатного – 50мм. Проектна глибина свердловини залежить від глибини залягання водоносного шару, його потужності, досконалості свердловини. Діаметр і конструкція свердловини залежить від розмірів та типу фільтра, насоса (звичайно зануреного), способу буріння. Діаметр обсадних труб повинен бути більшим за діаметр фільтра на 50мм для ударно-канатного та 100мм для роторного. Вихід колони (більше значення для вологих порід) при ударно – канатному способі буріння повинен бути відповідно для діаметрів обсадних труб 620...426 мм – 25...30 м.; 377...219 мм – 30...35 м.; менше 219 мм – 40...45 м.

2.5. Розміри і конструкція фільтра

Водоприймальна частина свердловин може бути безфільтровою або обладнаною фільтром.

Фільтр встановлюється в межах водоносного шару, запобігає обваленню водоносної породи і забезпечує забір чистої води без домішок. Він повинен бути механічно і хімічно стійким, мати такі отвори, які б затримували водоносну породу. Встановлено, що робота отворів фільтра буде оптимальною, якщо над ним влаштувати місток з найкрупніших частинок породи (рис. 2.2.).

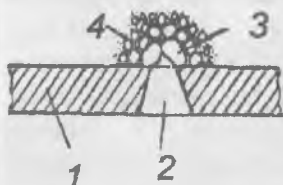


Рис. 2.2. Схема роботи отвору фільтра
1 - стінка фільтра; 2 - отвір; 3 - місток із зерен породи; 4 - водоносна порода

При цьому на початку відкачування дрібні частинки проходять крізь отвори в середину фільтрової колони. Частина з них осідає у відстійнику.

В міру відкачування до отвору підходять крупніші частинки, які, заклинюючись в отворах, влаштовують місток. При постійному дебіті свердловини місток існує досить надійно і довго, але при змінах дебіту містки руйнуються, частинки проходять крізь фільтр і осідають у відстійнику. Внаслідок цього утворюватиметься новий місток. Таким чином, розміри отворів тим більші, чим більші частинки порід.

З урахуванням цього в СНіП 2.04.02-84 (дод. 2) розроблено рекомендації щодо використання фільтрів (табл.2.8).

Таблиця 2.8.

Застосування фільтрів у водозабірних свердловинах

Порода водоносного шару	Тип і конструкція фільтра
Скельні та напівскельні нестійкі, щебінчасті та галечникові відкладення з переважним розміром частинок 20...100 мм (понад 50 % до маси)	Фільтри-каркаси, стержневі, трубчасті з круглою та щільною перфорацією, штамповані з сталевого листа товщиною 4 мм з протикорозійним покриттям, спірально стержневі
Гравій, гравелистий пісок з переважним розміром частинок 2...5 мм (понад 50 % до маси)	Фільтри стержневі та трубчасті з водоприймальною поверхнею з дротяної обмотки та штамповані з листа сталі, яка не іржавіє. Фільтри штамповані з сталюого листа товщиною 4 мм з антикорозійним покриттям, спірально-стержневі
Пісок крупнозернистий з переважним розміром частинок 1...2 мм (понад 50 % до маси)	Те саме
Пісок середньозернистий з переважним розміром частинок 0,25...0,5 мм (понад 50 % до маси)	Фільтри стержневі та трубчасті з водоприймальною поверхнею з дротяної обмотки чи штамповані з листа сталі, яка не іржавіє, з сіток квадратного плетіння, з піщано гравійною обсіпкою, спірально-стержневі
Піски дрібнозернисті з переважаючим розміром частинок 0,1...0,25 мм (більше 50% по масі)	Фільтри стержневі та трубчасті з водоприймальною поверхнею з дротяної обмотки, сіток галунного плетіння, штампованого листа з нержавіючої сталі з одно або двошаровою піщано-гравійною обсіпкою, спірально – стержневі.

Фільтри на стержньових каркасах рекомендовано застосовувати в свердловинах до 200 м. Фільтри щільні штамповані з

листа завтовшки 4 мм з антикорозійним покриттям влаштовують у свердловинах завглибшки до 100м.

Тип фільтра водозабірної свердловини (табл.2.8) визначають залежно від характеристики порід водоносного пласту (насамперед від параметру d_{50} —розміру частинок, дрібніші від яких становлять 50 % породи водоносного шару та глибини свердловини.

Фільтр складається з окремих секцій завдовжки 1...5 м. Секції із допомогою різьбових муфт збираються в колони. Робоча частина фільтра має не доходити до покрівлі та підосви водоносного шару на 0,5...0,1 м. Розміри прохідних отворів фільтрів без влаштування гравійної обсыпки для порід із коефіцієнтом неоднорідності менше 2 становлять для фільтрів з круглою перфорацією (2,5...3) d_{50} , із щільною перфорацією (1,0...1,25) d_{50} , сітчастих (1,5...2,0) d_{50} , дрітчастих 1,25 d_{50} . При коефіцієнті неоднорідності водоносної породи понад 2 розміри отворів можна брати на 25—30 % більшими. Розміри отворів каркасів фільтрів з гравійною обсыпкою мають дорівнювати D_{50} гравійної обсыпки.

Трубчасті фільтри виконуються із обсадних труб (Рис.2.3), на кінцях яких робиться різьба для їх з'єднання із за допомогою муфт. Звичайно вони виготовляються нецентралізовано, в майстернях бурових організацій.

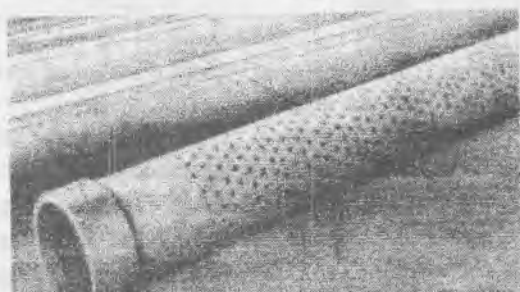


Рис. 2.3.
Трубчастий
фільтр з
круглою
перфорацією

Основні дані про трубчасті фільтри з круглою перфорацією наведені в табл.2.9. Ці фільтри мають невисоку шпаруватість, схильні до корозії. Трубчасті фільтри з щільною перфорацією мають довжину щілин 50...250мм і ширину 2.5...15мм. Можна робити ширину щілин і меншою, але вони швидко заростають чи забиваються водоносною породою. Відстань між щілинами дорівнює десяти їх ширинам.

Таблиця 2.9.

Характеристика трубчастих фільтрів з круглою перфорацією

Зовнішній діаметр, мм	Шпарува- тість, %	Діаметр от- вору, мм	Відстань між центрами, мм, по	
			Горизонталі	Вертикалі
168	25	16	40.2	20
	35	16	34.8	16.4
	25	20	51.8	23.8
	35	20	43.5	20.4
219	25	20	48.6	25.6
	35	20	42.7	20.8
273	25	20	50.1	25
	35	20	42.8	20.8
325	25	20	36	40
	35	20	30.8	29.4
377	25	20	36	52.5
	35	20	31	48.6

Трубчасті фільтри з круглою прфорацією, звичайно, служать каркасом для більш складних конструкцій фільтрів.

Сітчасті фільтри передбачають намотування сітки галунного або рапсового плетіння на трубчастий каркас з підмоткою (Рис. 2.4). Розмір вічка сітки визначається дослідним шляхом просіюванням сухого водоносного піску через набір сіток. Вважається, що сітка, яка пропускає 30...70% водоносного піску дає позитивний ефект при роботі фільтра. Звичайно, використовується сітка галунного плетіння за номерами 6/70; 7/77; 10/70; 10/90; 12/90; 14/100; 16/100; 16/130; 18/130; 18/130; 18/140; 20/160 і відповідним розміром отворів 0.34; 0.34; 0.32; 0.27; 0.27; 0.23; 0.23; 0.17; 0.17; 0.16; 0.14мм. Можуть використовуватись сітки латунні або із неіржавіючої сталі для запобігання її корозії та руйнування в свердловині. Сітка повинна обмотувати каркас одним шаром з невеликими загибами в місцях з'єднання. З'єднання вертикального шва сітки проводять із допомогою припаювання вертикальних латунних накладок або

шляхом зшивання (Рис. 2.4). При цьому трубчастий каркас має повздовжні стержні діаметром 3мм та намотаний за гвинтовою лінії дріт діаметром 1мм.

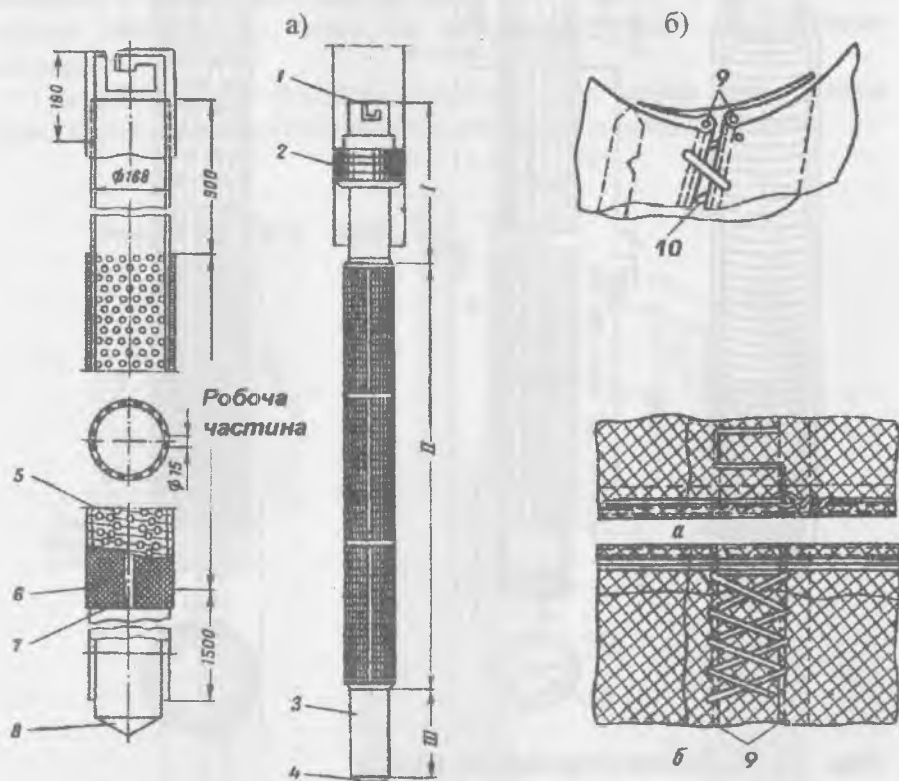


Рис.2.4. Сітчастий фільтр –а) та обв'язка каркасу сіткою – б)
 I-надфільтрова труба; II –фільтр; III –відстійник; 1- замок; 2- сальник; 3- відстійник; 4- корок; 5- латунний дріт; 6- сітка; 7- повздовжня латунна накладка; 8- дерев'яний корок; 9- стержні; 10- зшивний дріт

Дротяний фільтр (Рис. 2.5) має трубчастий каркас з круглою перфорацією, на зовнішній поверхні якого за периметром з відстанню один від одного закріплені повздовжні дроти діаметром 4...5мм. Зверху намотується механічним способом на токарному станку дріт діаметром 3мм з просвітом між витками 0.5...3мм.

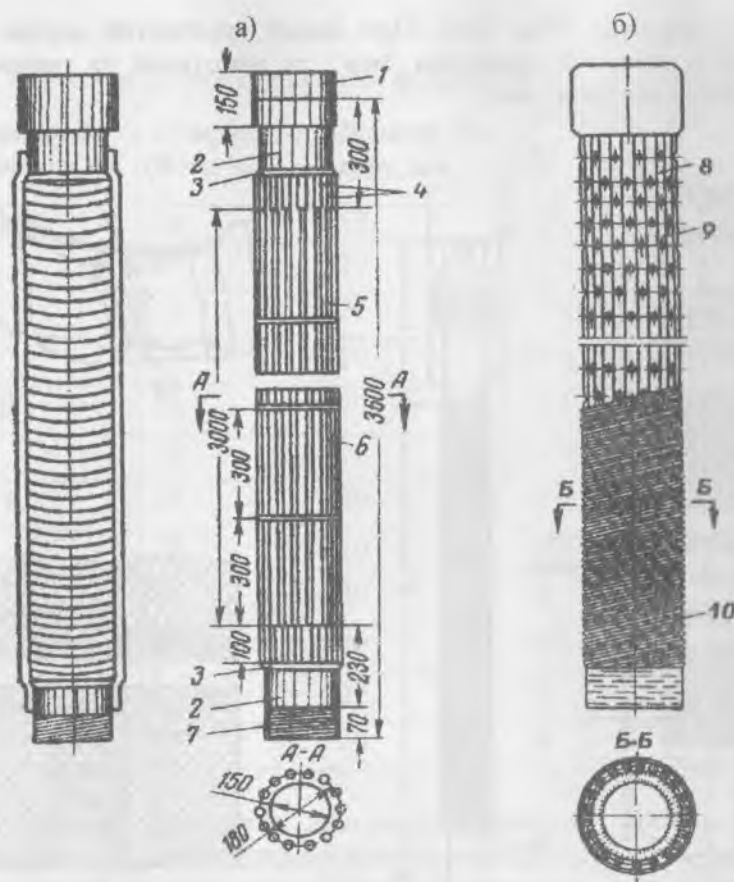


Рис. 2.5. Каркасно-стержневий фільтр

– а) та дріт'яний фільтр – б)

1- муфта; 2- з'єднувальні патрубки; 3- кільце-насадка; 4- шви зварювання; 5- опорні кільця; 6- металеві стержені; 7- різьба на з'єднувальних патрубках; 8- повздожні драти; 9- трубчастий каркас; 10- обмотувальний дріт

Каркасно-стержневий фільтр (Рис.2.5) відрізняється від попереднього тим, що замість трубчастого каркасу виготовляється каркас з повздожних дратів-6 діаметром 12...15мм. Драти тримають круглий переріз завдяки з'єднувальним патрубкам та опорним кільцям, до яких вони приварюються. Діаметр дроту для намотування приймається 1.5...4мм з шириною просвіта 0.5...6мм. Шпаруватість

дротяних фільтрів дорівнює 11... 80%, вона збільшується при збільшенні просвіту та зменшенні діаметра обмотувального дроту. Великим недоліком таких фільтрів є те, що їх треба дуже акуратно посадити в свердловину щоб не збити витки. Тому, не дивлячись на високу шпаруватість, вони не використовуються для глибоких свердловин

Гравійні фільтри (Рис.2.6в) представляють собою каркас, яким може бути в залежності від типу обсіпки один із наведених вище

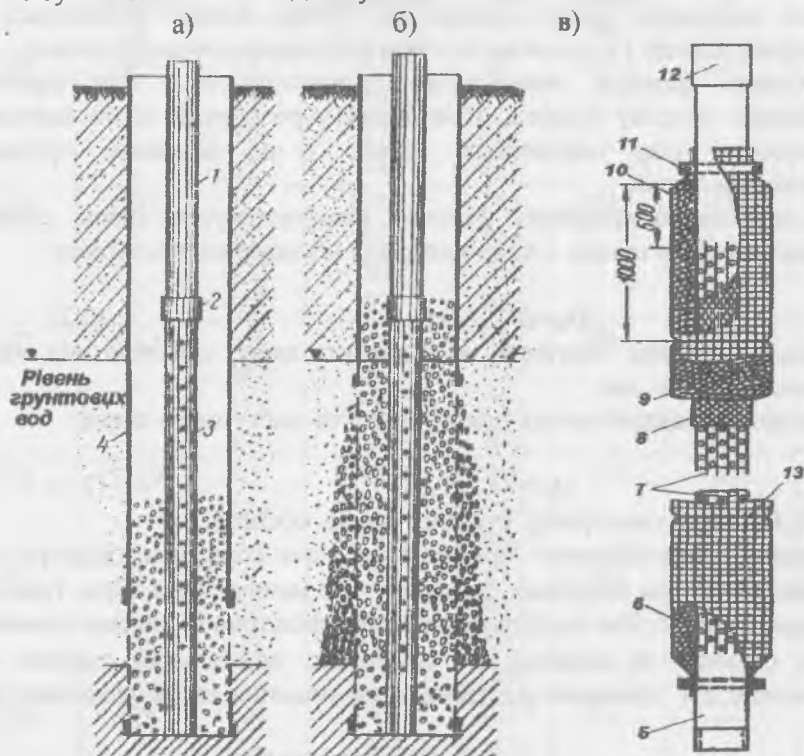


Рис. 2.6. Гравійні фільтри

а та б — обсіпні відповідно на початку засипки гравію та після засипки; в — гравійно-кожуховий фільтр; 1- глуха частина фільтрової колони; 2- муфта; 3- каркас фільтра; 4- обсадні труби; 5- з'єднувальний патрубок; 6- трубчастий каркас; 7- опорні стержні; 8- сітка на дротяній підмотці; 9- гравійна обсіпка; 10- кожух із сітки; 11- хомут; 12- з'єднувальна муфта; 13- дротяні пояси жорсткості

фільтрів, з обсіпаним навкруги його шаром або декілька шарами піску чи гравію. Такі фільтри можуть виготовлятися на поверхні землі (називаються кожуховими) та безпосередньо в водоносному шарі (Рис.2.6а) – обсіпні фільтри. Кожухові фільтри, звичайно, використовуються при роторному способі буріння. Кожна секція фільтра має закріплений знизу сітчастий або з перфорованого листа кожух, куди засипається щільно гравій. Потім зверху кожух затягується хомутом. Отвори в карасі кожної секції повинні бути нижче верхнього рівня обсіпки на 500мм. Секції збираються в фільтрову колону і в готовому вигляді опускаються в свердловину.

Обсіпні фільтри, найчастіше використовуються при ударно-канатному способу буріння. При цьому у розкритий та обсаджений водоносний шар опускається каркас і по засипним трубкам засипається гравій.

Для обсіпки гравійних фільтрів використовують пісок, гравій, піщано-гравійну суміш. Склад матеріалу обсіпки першого шару

$$D_{50} = (8 \dots 12) d_{50}, \quad (2.2)$$

де d_{50} — розмір частинок водоносного шару, дрібніші від яких становлять 50%, мм.

У багатшарових обсіпках для другого та наступного шарів

$$D_2 = (4 \dots 6) D_1, \quad (2.3)$$

де D_1, D_2 – склад матеріалу сусідніх шарів обсіпки.

Товщина шарів обсіпки приймається: для кожухових фільтрів не менше 30мм; для обсіпних фільтрів — не менше 50мм. При глибині свердловини до 50м надфільтрова труба фільтрової колони повинна мати сальник та довжину не менше 3м, при більшій глибині — не менше 5м, довжина відстійника не повинна перебільшувати 2м.

2.6. Обсадні труби

Для обсадки свердловини звичайно використовуються сталеві труби за ГОСТ 632-80 (табл. 2.10.). Труби з'єднуються в колону за допомогою різьбових муфт. При необхідності у використанні труб більших діаметрів можуть використовуватись сталеві електрозварні труби за ГОСТ 5681-76 діаметром 400...1400мм з товщиною стінок 7...14мм. Вони з'єднуються за допомогою дугової або газової зварки. Тонкостінні електрозварні труби можуть обладнюватись

спеціальними різбовими патрубками довжиною 200мм, які попередньо приварюються до гладких кінців труб з довжиною 5.6 та 9.6м.

Таблиця 2.10.

Сталеві труби для буріння свердловин на воду

Умовний діаметр труби, мм	Труба				Муфта		
	Зовніш ній діаметр, мм	Товщин а стінки, мм	Внутрішній діаметр, мм	Маса 1 м, кг	Зовніш ній діаметр, мм	Довжина, мм	Маса, кг
168	168,3	7,3	153,7	29	187,7	184	9,1
		8,9	150,5	35,1			
		10,6	147,1	41,2			
		12	144,1	46,5			
219	219,1	6,7	205,7	35,1	244,5	196	16,2
		8,9	201,3	46,3			
		10,2	198,7	52,3			
		12,7	193,7	64,6			
273	273,1	8,9	255	57,9	298,5	203	20,7
		10,2	252,7	65,9			
		11,4	250,3	73,7			
		12,6	247,9	80,8			
324	323,9	11	301,9	84,8	351	203	23,4
		12,4	299,1	95,2			
		14	295,9	106,9			
377	377	9	359	81,7	402	229	31
		10	357	90,5			
		11	355	99,3			
		12	253	108			
426	426	10	406	102,7	451	229	37,5
		11	404	112,6			
		12	402	122,5			
508	508	11,1	485,8	136,3	533,4	228	44,6
		12,7	482,6	155,1			

Для захисту від руйнування нижнього кінця обсадних труб при опусканні їх в свердловину використовуються башмаки. Башмак являє собою товстостінне кільце, яке має нижню різучу крайку та в верхній частині внутрішню різьбу. Для покращення умов нагвинчування

башмак на трубу верхні нитки нарізки зняті. Лезо башмака закалюється, а сам він робиться з маловуглецевої сталі великої в'язкості. Внутрішній діаметр башмака дорівнює внутрішньому діаметру обсадної труби, а зовнішній – більше зовнішнього діаметра муфти на 2,5 мм. Це дає можливість достатньо вільно опускатись трубі і не чіплятись муфтою. Основні характеристики башмаків наведені в табл. 2.11.

Таблиця 2.11.

Основні дані по забивним башмакам

Діаметр труб, мм	Зовнішній діаметр, мм	Внутрішній діаметр, мм	Висота, мм	Маса, кг
168	192	155	175	11
219	243	205	225	19
273	294	255	275	30
325	346	307	325	44
377	396	356	360	57
426	447	407	400	77

Для свердловин глибиною до 250 м можна використовувати пластмасові поліетиленові труби за ГОСТ 18599-73 при їх вільній посадці, діаметр приймається відповідно діаметра долота: 225 мм –

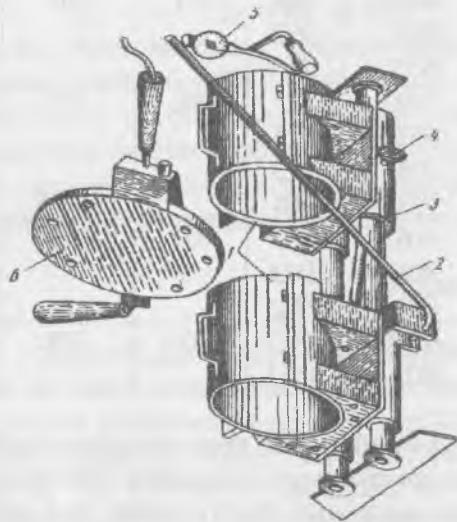


Рис. 2.7. Центруючий пристрій для зварювання полімерних труб

1- затискні хомути; 2- важиль; 3- стопорний гвинт; 4- діаметр для контролю тиску стиснення труб; 6- електронагрівальний диск

– 345 мм; 315 мм – 445 мм; 400 мм – 495 мм. Труби з'єднуються в колону термічним зварюванням, яке полягає в нагріві зварюваних кінців труб з одночасним тиском. Термічна зварка буде в вертикальному положенні буде якісною при обов'язковій центровці труб за допомогою пристрою (рис. 2.7). Тиск повинен бути в межах 15...20 Мпа. Перспективним є спосіб зварювання, при якому труби обертаються з одночасним тиском на стик. При цьому за 5...30 с відбувається нагрівання стика до температури 200...210°C, труби припиняють обертати, стик охолоджується і труби з'єднуються.

Слід відмітити, що свердловини роторного способу буріння обсаджували азбестоцементними трубами із додержанням зазору між стінками труби і свердловини в межах 50...75 мм. Проте в багатьох країнах світу вже заборонено використовувати взагалі азбестоцемент.

2.7. Визначення дебіту

Гідравлічний розрахунок поодиноких досконалих свердловин заключається у встановленні співвідношення між дебітом, пониженням рівня, радіусом свердловини при відомих коефіцієнті фільтрації, потужності водоносного шару.

Проектувальник може мати за дослідними відкачками, які проводяться не менше ніж при двох (краще більше) пониженнях рівня, значення дебітів Q_1, Q_2, \dots, Q_n м³/год та відповідні їм пониження S_1, S_2, \dots, S_n м. За даними відкачок вираховують питомий дебіт (м³/год • м)

$$q_1 = \frac{Q_1}{S_1}; \quad q_2 = \frac{Q_2}{S_2} \quad , \quad (2.4)$$

Якщо питомі витрати q_1, q_2 приблизно однакові, тоді визначають середній питомий дебіт

$$q_{cp} = \frac{(q_1 + q_2)}{2} \quad , \quad (2.5)$$

за яким вираховують дебіт свердловини

$$Q = q_{cp} S \quad , \quad (2.6)$$

пониження рівня, м

$$S = \alpha q + \beta q^2 \quad , \quad (2.7)$$

де α, β — коефіцієнти, які враховують опір у водопідйомних трубах при відкачках.

Для визначення α і β за даними відкачок складають два рівняння

$$S_1 = \alpha q_1 + \beta q_1^2; S_2 = \alpha q_2 + \beta q_2^2, \quad (2.8)$$

Дані дослідних відкачок із поодиноких свердловин дозволяють встановити наступні залежності: $Q=f(S)$; $q=f(S)$. Використавши рівняння та побудувавши відповідні криві дебіту, можна за даними дослідних відкачок із свердловини визначити її дебіт при максимально допустимому пониженні рівня за формулами Дюпюї, Тімма, Келлера, Смрекера та Альтовського (таблиця 2.12).

Якщо відкачка із свердловини здійснюється тільки з одним пониженням, тоді для напірних вод для розрахунку використовують формулу Дюпюї, для безнапірних вод — формулу Тімма. Якщо відкачка виконана тільки з двома пониженнями, для неї встановлена лінійна залежність $Q=f(S)$, розрахунки проводяться для безнапірних вод за формулою Тімма, для напірних вод — за формулами Келлера, Смрекера, Альтовського та приймаються найменші із отриманих величин дебіту та найбільшому пониженні. При складній криволінійній залежності $Q=f(S)$ вибір розрахункової формули проводиться після зведення даних дослідної відкачки в додаткову таблицю. Якщо $S=f(Q)$ пряма, тоді розрахунок виконується за формулою Келлера. Якщо $\lg Q=f(\lg S)$ пряма, тобто дебіт зростає за ступеневою залежністю, а питомий дебіт змінюється за кривою, тоді розрахунок виконується за формулою Смрекера. При $Q=f(\lg S)$ пряма, тобто залежність та ж, що і в попередньому випадку, тоді розрахунок виконується за формулою Альтовського.

При відкачках з трьома пониженнями та більше для вибору розрахункової будують прямі та перетворені графіки залежності $Q=f(S)$. Перетворення заключається в тому, що криволінійну функцію представляють у вигляді прямолінійної. Це дозволяє судити про те, якій формулі відповідають дані, які отримані за допомогою дослідної відкачки.

При відсутності даних про дослідні відкачки дебіт свердловини визначають за формулами:

для досконалих свердловин, які закладені в напірних пластах

$$Q = \frac{2.73 K_{\phi} m S}{\lg \left(\frac{R}{r} \right)}, \quad (2.9)$$

де m - потужність водоносного пласта, м;

S - пониження статичного рівня, м;

R - радіус впливу, м;

r - радіус свердловини, м;

K_{ϕ} - коефіцієнт фільтрації, м/доб.

Таблиця 2.12.

Залежності між дебітом свердловини та пониженням в ній

Умови застосування формул	Формули	Межі екстраполяції
Відкачка із одним пониженням для напірних вод	Формула Дюпюї $Q = S Q_1 / S_1$; $S = S_1 Q / Q_1$	$< 1,5 S_{max}$
Для безнапірних вод	Формула Тімма $Q = Q_1 (2H - S) S / [(2H - S_1) S_1]$; $S = H - \sqrt{H^2 - S_1 (2H - S_1) Q / Q_1}$	$< 1,5 S_{max}$
Відкачка двома пониженнями: для напірних та безнапірних вод	Формула Келлера $Q = \sqrt{a^2 + 4bS} - a / 2b$; $a = S_0'' - b Q_1$; $S = a Q + b Q^2$; $b = (S_0'' - S_0') / (Q_2 - Q_1)$; $S_0' = S_1 / Q_1$; $S_0'' = S_2 / Q_2$	$< (1,75 \dots 2) S_{max}$
Для напірних вод	Формула Смерекера $Q = n^m \sqrt[n]{S}$; $\lg n = \lg Q_1 - \lg(S_1/m)$; $m = (\lg S_2 - \lg S_1) / (\lg Q_2 - \lg Q_1)$; $S = (Q/n)^m$ Формула Альтовського $Q = a + b \lg S$; $b = (Q_2 - Q_1) / (\lg S_2 - \lg S_1)$	$< (1,75 \dots 2) S_{max}$ $< (2 \dots 3) S_{max}$

Примітка: Позначення : Q - проектуємий дебіт; S - проектуєме пониження; Q_1 і Q_2 - дебіти, які досягаються в процесі відкачки при пониженні S_1 і S_2 ; S_{max} - максимальне пониження; H - потужність водоносного пласта; S_0 і S_0' - питомі пониження, які досягаються під час відкачок

для досконалих свердловин, які закладені в безнапірних пластах

$$Q = \frac{1.36 K_{\phi} (2H - S)}{\lg\left(\frac{R}{r}\right)}, \quad (2.10)$$

де H - висота води у свердловині, м.

Коефіцієнт фільтрації та радіус впливу для розрахунків приймають в залежності від характеристики водоносних порід за даними, які отримані на основі гідрогеологічних досліджень.

Розрізняють два типи недосконалості свердловин за ступенем і характером розкриття водоносного пласта. В першому випадку розкриття відбувається на неповну потужність. При цьому викривляються і стають довшими шляхи фільтрації води, що призводить до додаткового опору, в результаті якого знижується приток води до свердловини. Ступінь недосконалості враховують в розрахунках коефіцієнтом ξ_1 . У другому випадку — за характером розкриття — недосконалість обумовлена порушенням гідравлічного режиму, наявністю глухих проміжків між входними отворами у фільтрах. Глухі проміжки не пропускають воду, а отвори мають обмежені розміри так як не повинні пропускати частинки водоносної породи. Внаслідок цього на вході води у свердловину виникають додаткові гідравлічні опори, які враховуються в розрахунках коефіцієнтом ξ_2 . Для вірно підібраних фільтрів водозабірних свердловин коефіцієнт ξ_2 приблизно дорівнює одиниці.

Тоді формули (2.9 та 2.10) приймають такий вигляд

$$Q = \frac{2.73 K_{\phi} m S}{\lg\left(\frac{R}{r}\right) + \xi_1}, \quad (2.11)$$

$$Q = \frac{1.36 K_{\phi} (2H - S) S}{\lg\left(\frac{R}{r}\right) + \xi_1}, \quad (2.12)$$

Значення коефіцієнта ξ_1 знаходять за таблицею 2.13 в залежності від співвідношення m/r та l/m (l - довжина фільтра, м).

Таблиця 2.13.

Значення коефіцієнта ξ_1 для свердловин

Відношення довжини фільтра до потужності пласта l/m	Відношення потужності пласта до радіуса свердловини m/r					
	10	30	100	500	1000	2000
0,3	2,4	4,6	7,25	10,9	12,45	14,1
0,5	1,13	2,11	3,25	4,82	5,5	6,2
0,7	0,44	0,85	1,34	2,01	2,29	2,6

Водозабори, що складаються з великої кількості взаємодіючих свердловин і розташованих на значній відстані від границі області живлення водоносного пласта, для спрощення розрахунків розглядають як узагальнену схему у вигляді єдиного групового водозабору:

- лінійного — при розташуванні свердловин в ряд (рис. 2.8 а);
- кільцевого — при розташуванні їх по кільцю (рис. 2.8 б);
- лінійного — при розташуванні свердловин вздовж річки (рис. 2.8 в).

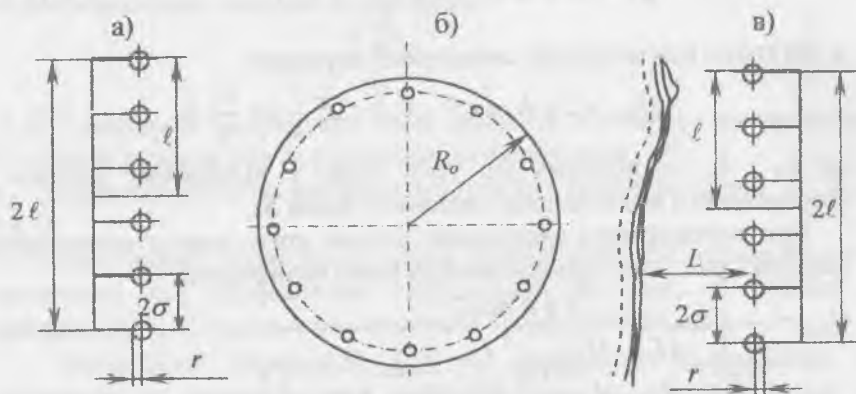


Рис. 2.8. Розрахункові (узагальнені) схеми групових водозаборів із свердловин

а — лінійний водозабір ; б — кільцевий водозабір; в — вздовж річки лінійний водозабір

При сталому режимі експлуатації груповий водозабір з великої кількості взаємодіючих свердловин має продуктивність

$$Q_{\text{сум}} = 2 \pi k m S_0 : \left(\ln \frac{R}{r_{\text{пр}}} + \frac{1}{n} \ln \frac{\sigma}{\pi \cdot r} + \xi \right), \quad (2.13)$$

де S_0 — пониження статичного рівня води в свердловині системи водозабору з умовою такого пониження в інших свердловинах;

$r_{\text{пр}}$ — приведений радіус узагальненої системи водозабору; для лінійної системи $r_{\text{пр}} = 0,37 l$;

l — половина довжини ряду свердловин; для кільцевої системи дорівнює радіусу кільця свердловин — $r_{\text{пр}} = R_0$;

n — кількість свердловин в системі;

ξ — коефіцієнт фільтраційного опору, який зумовлений недосконалістю свердловин за ступенем розкриття водоносного пласта;

σ — половина відстані між свердловинами.

При заборі води свердловинами з водоносного пласта, який живиться поверхневим джерелом, та розташуванні їх на незначній відстані від урізу води джерела продуктивність поодинокі свердловини дорівнює

$$Q_0 = 2 \pi k m S : \left(\ln \frac{L_0}{r_0} + \xi \right), \quad (2.14)$$

а для групи взаємодіючих свердловин дорівнює

$$Q_{\text{сум}} = 2 \pi k m (S - S_0) : \left(\sum \frac{1}{n} \ln \frac{L_i}{r_i} \right), \quad (2.15)$$

де L_0 , L_i — відстань від урізу води у відкритому джерелі до свердловини з пониженням статичного рівня S_0 .

При розташуванні свердловин вздовж урізу води у поверхневому джерелі (рис. 2.8в) продуктивність може визначатись

$$Q_{\text{сум}} = \frac{2 \pi k m S_0}{\ln \sqrt{1 + \frac{2L}{l}} + \frac{2L}{l} \arctg \frac{l}{2L} + \frac{\sigma}{L} \left(\ln \frac{\sigma}{\pi \cdot r_0} + \xi \right)}, \quad (2.16)$$

З метою найбільш повного захвату води та забезпечення найбільш сприятливих умов живлення, свердловини розташовують по можливості в одну лінію, яку прокладають перпендикулярно напрямку руху підземних вод або під деяким кутом. Якщо відстань між свердловинами велика, тобто $L > 2R$, то їх вплив в розрахунках не враховують і вони працюють як поодинокі. Однак таке розташування

економічно не вигідне, так як при цьому зростає вартість через велику довжину комунікацій (збірні водоводи, лінії електропередач, диспетчерська служба та ін.). Для зменшення довжини комунікацій та покращення умов експлуатації свердловини наближують одна до однієї, і вони починають впливати одна на другу, знижуючи дебіт. Розрахунок групи взаємодіючих свердловин заключається у визначенні їх кількості, відстаней між ними, пониження рівня (статичного та динамічного). Виконують його в такій послідовності.

1. Визначають дебіт поодинокі свердловини (формули 2.9, 2.10).

Радіус впливу R , тобто відстань від центра свердловини до точки відновлення статичного рівня, вираховують за формулою

$$R_{\text{вод}} = 1.5 \sqrt{\alpha_{\text{п}} t_{\text{в}}}, \quad (2.17)$$

де $\alpha_{\text{п}}$ - коефіцієнт п'єзопровідності (швидкість розповсюдження тиску в пласті), $\text{м}^2/\text{доб.}$,

для напірних пластів визначається за формулою

$$\alpha_{\text{п}} = \frac{K_{\phi} m}{\mu}, \quad (2.18)$$

а для безнапірних пластів за формулою

$$\alpha_{\text{п}} = \frac{K_{\phi} h_{\text{ср}}}{\mu}, \quad (2.19)$$

де μ - коефіцієнт водовіддачі, який залежить від порід і визначається дослідним шляхом або за емпіричними формулами;

$h_{\text{ср}}$ - середня потужність водоносного пласта в період відкачки, м, $h_{\text{ср}} = 0,8 H$;

$t_{\text{в}}$ - нормативний термін експлуатації свердловини, рік; приймається в залежності від призначення свердловини та умов її роботи в середньому 8...15 років, максимально 27 років (10000 діб).

Коефіцієнт фільтрації K_{ϕ} та коефіцієнт водовіддачі μ приймають в залежності від характеристики водоносних порід за таблицею 2.14.

2. Задаються відстанями між свердловинами в залежності від характеристики і потужності водоносного пласта. Для практичних розрахунків відстань між свердловинами для напірних водоносних горизонтів можна прийняти за таблицею 2.15.

Таблиця 2.14.

Орієнтовні значення коефіцієнтів фільтрації K_f та водовіддачі μ

Породи	K_f , м/доб	μ
Піски пилюваті, супіски	0,1...1	0,1...0,15
Піски дрібні	1...5	0,15...0,2
Піски середньої крупності та гравелісті	5...30	0,2...0,25
Галечниково-гравелісті відкладення	100...200	0,25...0,3
Вапняки	20...50	0,005...0,1
Піщаники	10...20	0,001...0,03

Таблиця 2.15.

Рекомендована відстань між свердловинами для напірних водоносних горизонтів, м

Тип водоносної породи	Відстань між свердловинами, м, при їх дебіті, м ³ /год.		
	До 20	20...100	100...500
Піщані розміром, мм			
0,1...0,25	50	50...70	70...100
0,25...0,5	70...100	100...150	120...150
0,5...1	100...120	120...150	150...200
Гравійні та тріщинуваті	120...150	150...200	200...250

Відстань між свердловинами в безнапірних водоносних пластах може бути прийнята за таблицею 2.16.

Таблиця 2.16.

Рекомендована відстань між свердловинами в безнапірних водоносних пластах

Подача води із свердловини, м ³ /год	Відстань, м
До 20	20...25
30...50	35...55
50...60	55...70
60...75	70...90
75...85	90...110
85...95	110...135
95...100	135...160
100...120	160...200

3. Визначають кількість робочих свердловин за умовою, що необхідні витрати води забезпечуються групою свердловин, тобто $Q_{вод} = Q_{св} \cdot n_{роб}$. Кількість резервних свердловин приймають за таблицею 2.17, в залежності від категорії надійності водоспоживання.

Таблиця 2.17.

Кількість резервних свердловин та насосів для них

Кількість робочих свердловин	Кількість резервних при категорії водоспоживання					
	Свердловин			Насосів		
	I	II	III	I	II	III
1...4	1	1	1	1	1	1
5...12	2	1	—	1	1	1
13 та більше	20	10	—	10	10	10

4. Уточнюють фактичний дебіт, $\text{м}^3/\text{год}$ взаємодіючих свердловин, виходячи із прийнятого числа робочих свердловин та необхідних витрат

$$Q_{св} = \frac{Q_{вод}}{n_{роб}} \quad (2.20)$$

5. Визначають пониження рівня, м
— в кожній свердловині

$$S = \frac{0.37Q \lg\left(\frac{R}{r}\right)}{K_{\phi} m}, \quad (2.21)$$

— сумарне (найбільше) пониження

$$S_{max} = 0.37 \left(Q \lg\left(\frac{R}{r_0}\right) + Q_2 \lg\left(\frac{R}{r_{2-1}}\right) + \dots + Q_i \lg\left(\frac{R}{r_{i-1}}\right) \right), \quad (2.22)$$

де r_0 - радіус першої свердловини, м;

r_{2-1} ; r_{i-1} - відстані від першої до наступних свердловин, м.

В розрахунках приймають допущення, що для всіх свердловин потужність водоносного пласта m та коефіцієнт фільтрації K_{ϕ} однакові, в свердловинах встановлені насоси однакової продуктивності і дебіти всіх взаємодіючих свердловин однакові.

6. Порівнюють отримані розрахунком максимальне пониження S_{max} з допустимим пониженням $S_{доп}$. Якщо $S_{max} > S_{доп}$, тоді розрахунок повторюють, збільшивши відстань між свердловинами.

Для напірних пластів

$$S_{доп} = H - ((0,3...0,5)m + \Delta H_H + \Delta H_\phi), \quad (2.23)$$

де ΔH_H - максимальна глибина заглиблення низу насоса під динамічний рівень в свердловині, м;

ΔH_ϕ - втрати напору (в свердловині) на вході через фільтр, м.

Для безнапірних пластів

$$S_{доп} < (0,5...0,7)H - \Delta H_H - \Delta H_\phi, \quad (2.24)$$

Для практичних розрахунків орієнтовно приймають:

— для напірних пластів $S_{доп} = (0,2...0,3) H$.

— для безнапірних пластів $S_{доп} < 0,5 H$.

7. Визначають положення динамічного рівня води в свердловині

$$\nabla Z_{дин} = \nabla Z_{ст} - S, \quad (2.25)$$

8. Для постійної експлуатації в свердловині встановлюються занурені насоси з необхідним напором

$$H_H = S + H_{ст.р} + H_\phi + h_{вт} + \sum h, \quad (2.26)$$

де $S = Q / q_{пит}$ - розрахункове пониження рівня води в свердловині, м;

$q_{пит}$ - питомий дебіт свердловини, $m^3(год \cdot m)$;

$H_{ст.р}$ - глибина статичного рівня від поверхні землі, м;

$h_{вт}$ - втрати напору у водопіднімальній трубі від насоса до устя свердловини (орієнтовно $h_{вт} = 5...7$ м);

$\sum h$ - втрати напору у водоводі від найбільш віддаленої свердловини до збірного резервуара чи водоочисної станції, м;

H_ϕ - необхідний напір на водоочисній установці чи біля резервуара (біля резервуара $H_\phi = 0,5...1$ м).

Вибраний насос повинен бути на 50 мм менше діаметра експлуатаційної колони. У випадку неможливості встановлення цього насоса в свердловину використовують насос меншої подачі. При цьому дебіт свердловин зменшиться, а їх кількість збільшиться.

9. Тип фільтра водозабірної свердловини добирається залежно від характеристики порід водоносного пласту.

Збірні водоводи, які йдуть від свердловин, проектується з чавунних чи сталевих труб, діаметр яких добирається за швидкістю 1,2...1.5 м/с.

При проектуванні свердловин для невеликих споживачів розрахунок і конструювання починається з фільтра. Діаметр його приймається по можливості найменшим, але не менше 114мм, із визначення водозахватної здатності свердловини, м³/год

$$Q_{св} = \frac{\pi D_{\phi} L_{\phi} v_{доп}}{24}, \quad (2.27)$$

де D_{ϕ} - діаметр фільтра, м;

$L_{\phi} = \alpha \cdot m$ - розрахункова довжина фільтра;

α - коефіцієнт, який залежить від конструкції фільтра та потужності водоносного шару;

$v_{доп}$ - допустима вхідна швидкість, м/доб.

Допустима вхідна швидкість, м/доб

— для сітчастих і дротяних фільтрів

$$v_{доп} = 65 \sqrt{K_{\phi}}, \quad (2.28)$$

— для обсіпних та кожухових

$$v_{доп} = 1000 K_{\phi} \left(\frac{d_{50}}{D_{50}} \right)^2, \quad (2.29)$$

де K_{ϕ} - коефіцієнт фільтрації, м/доб.

D_{50} та d_{50} - п'ятидесятипроцентний діаметр обсіпки і водоносної породи, мм.

3. УДАРНО - КАНАТНЕ БУРІННЯ

3.1. Принцип буріння та бурові установки

При ударно-канатному способі буріння порода у свердловині руйнується ударами важкого бурового снаряду, який скидається у забій з висоти 0,35...1,0 м. Розпушену породу виймають періодично (у міру її накопичення) желонкою.

Принципова схема ударно-канатного способу (рис. 3.1) буріння така. Важкий буровий снаряд висить на канаті, який огинає ролик блока на вершині щогли, а також відтяжний і напрямний ролики, і намотується на барабан лебідки. Від електродвигуна головний вал набуває обертів, які передає шестерні. На цій шестерні змонтовано кривошипно-шатунний механізм, що перетворює обертальну дію шестерні на зворотно-поступальний рух кінця балансиної рами, на якому насаджено відтяжний ролик. Кінець рами з напрямним роликом шарнірно закріплено на рамі верстата. Таким чином, у момент, коли відтяжний ролик і кінець рами йдуть донизу, вони натягують канат і піднімають буровий снаряд. Коли ролик іде в гору, він відпускає канат, і снаряд падає на забій. Така система забезпечує 40...50 ударів за хвилину. У міру розпушення породи поступово відпускають канат з барабана і буровий снаряд поглиблює свердловину. Завдяки обертанню каната навколо своєї осі буровий снаряд розвертається на кут 10...15 градусів при кожному наступному ударі, що надає свердловині круглої форми в поперечному перерізі.

Після заглиблення свердловини на 0,5... 1,0 м інструментальний канат намотують на барабан і повністю виймають буровий снаряд із свердловини. В свердловину опускають желонку на желонковому тросі. Цей канат огинає свій ролик на вершині щогли (поруч із роликом 7) і намотується на желонковий барабан, розміщений на рамі верстата поряд із барабаном 10. Намотавши трохи троса на желонковий барабан, піднімають желонку, а потім різко відпускають гальмо барабана. Желонка падає на забій і частково наповнюється ґрунтом. Виконавши кілька разів такі операції, желонку повністю наповнюють ґрунтом. Наповнену желонку піднімають на денну поверхню, висипають ґрунт, і якщо в свердловині залишився розпушений ґрунт, знову скидають її у свердловину. Так діють доти, поки не звільнять свердловину від розпушеного ґрунту. Після цього знову опускають у свердловину буровий снаряд і так далі.

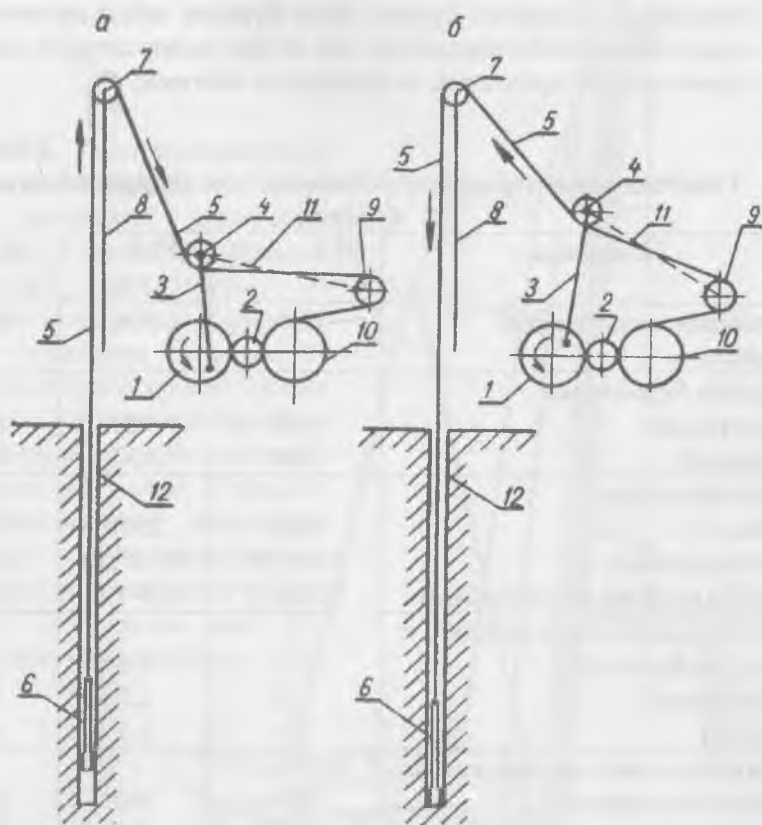


Рис. 3.1. Принципова схема ударно-канатного способу буріння
а – підйом снаряда над забоєм; *б* – удар снаряда по забою;
 1 – велика шестерня ударного механізму; 2 – шестерня головного валу;
 3 – шатун; 4 – відтяжний ролик; 5 – канат; 6 – буровий снаряд;
 7 – блок на вершині щогли; 8 – щогла; 9 – напрямний ролик; 10 – інструментальний барабан; 11 – балансірна рама; 12 – свердловина

Переваги ударно-канатного буріння такі: ‘

- можливість якісного розкриття і опробування ;
- відсутність необхідності в постачанні установок водою і глиною;

- можливість буріння у валунно - галечникових відкладеннях, в породах, які поглинають промивну рідину.
- можливість в короткі строки після буріння забезпечувати якість води, освоєвання свердловин, так як при цьому способі водоносні горизонти, які проходять, залишаються чистими;

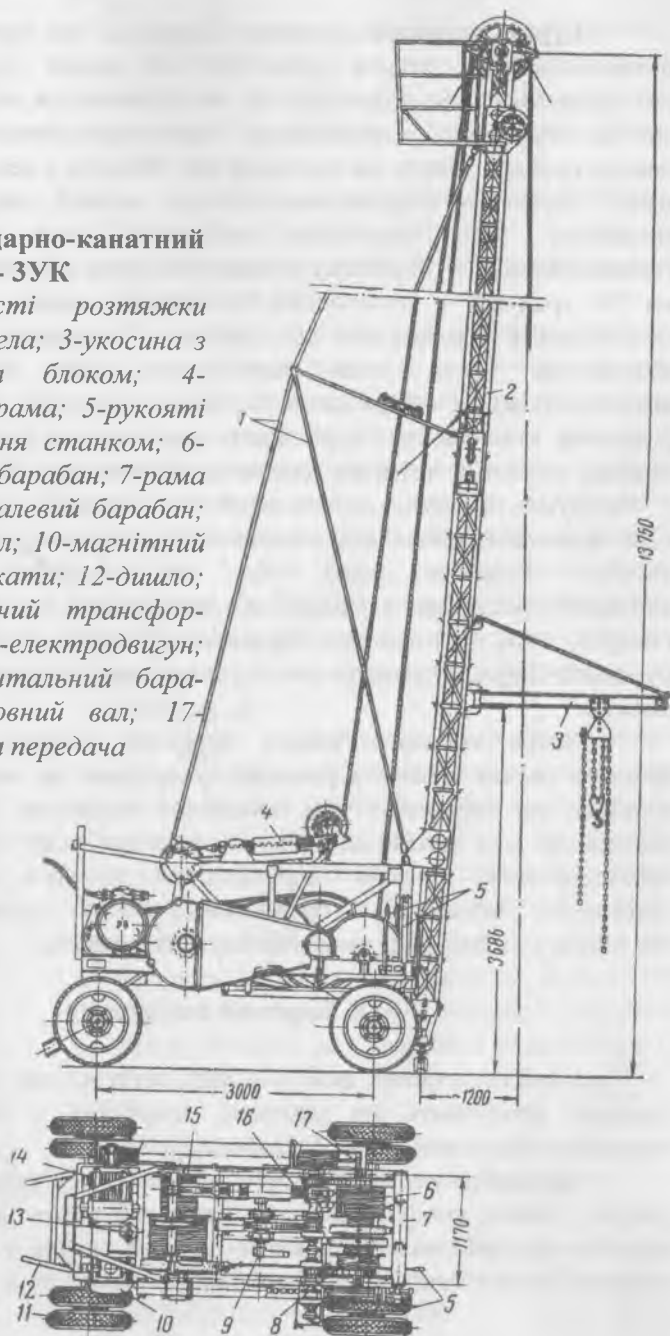
Таблиця 3.1

Технічна характеристика установок для ударно-канатного буріння

Показники	УГБ – 3УК	УГБ – 4УК	КС-24
Рекомендована глибина буріння, м	300	500	200
Діаметр буріння, мм:			
Початковий	600	920	600
Кінцевий	150	150	150
Буровий снаряд:			
Маса, кг	1300	2500	1700
Частота ударів, хв ⁻¹	40;45;50	40;45;50	39;53
Висота підйому над забоем, м	0,35-1,0	0,5-1,0	0,4-0,9
Вантажопідйомність лебідки, т:			
Інструментальної	2,0	3,0	2,5
Желонкової	1,3	2,0	1,5
Талевої	1,5	3,0	4,2
Довжина канату на лебідках, м:			
Інструментального	350	500	250
Желонкового	350	500	250
Талевого	135	210	140
Щогла:			
Вантажопідйомність, т	20	25	20
Висота від устя до осі блока, м	13,5	16,0	13,45
Привідний двигун: Тип	Електричний	Електрич.	Електрич.
Потужність, кВт	22	40	40
Габаритні розміри, м			
Довжина	8,5	10,0	9
Ширина	2,3	2,65	2,5
Висота	2,75	3,4	3,2
Маса установки, т	7,6	13	8,9

Рис.3.2. Ударно-канатний станок УГБ-ЗУК

1- трубчасті розтяжки щогли; 2-щогла; 3-укосина з кіншкою та блоком; 4-балансирна рама; 5-рукояті для управління станком; 6-желонковий барабан; 7-рама станка; 8-талевий барабан; 9-ударний вал; 10-магнітний пускач; 11-скати; 12-дишло; 13-понижуючий трансформатор; 14-електродвигун; 15-інструментальний барабан; 16-головний вал; 17-клиноремінна передача



Бурові установки (станки) базуються на причепних рамах з пневмоколесною ходю (рис.3.2). В задній частині верстата розташований електродвигун -14, який живиться від електромережі або від пересувної електростанції. Через клиноремінну передачу -17 двигун передає оберти на головний вал. На валу є декілька фрікційних муфт, через які передаються оберти великій шестерні ударного механізму та барабанам лебідок. Щогла станка висувна (телескопічна) і в зібраному положенні може обертатись на шарнирі на 90 градусів і переходити з горизонтального (транспортного) положення в вертикальне або навпаки. Висування проводиться за допомогою троса, який намотується (при опусканні щогли відпускається) на спеціальний барабан в передній частині станка. В робочому стані щоглу закріплюють трубчастими розтяжками та, для більшої стійкості, чотирма тросовими розтяжками. На вершині щогли є інструментальний, желонковий ті талевий блоки, через які перекидаються троси від желонкового, талевого (для підняття та спуску обсадних труб під час буріння і виконання вантажопіднімальних операцій при виправленні можливих неполадок і аварій), інструментального барабанів. Операції по зборці та розборці бурового снаряду проводиться за допомогою укосини- 3 з кішкою та блоком.

Зміна кількості ударів бурового снаряду забезпечується шляхом заміни шківів з різними діаметрами на валу електричного двигуна, що забезпечує три швидкості обертання головного вала і відповідно всіх механізмів. Зміна величини ходу бурового снаряду забезпечується шляхом перестановки пальців в кривошипно-шатунному механізмі. Управління роботою станка проводиться системою рукояток, які винесені на окрему панель.

3.2. Буровий інструмент

Буровий інструмент, який використовується для ударно-канатного буріння, розділяють на робочий, аварійний і інструмент, який призначений для роботи з обсадними трубами.

До робочого інструмента відносяться буровий наконечник, ударна штанга, розсувна штанга, канатний замок. Укомплектовані в єдиний пристрій вони складають буровий снаряд ударно- канатного способу буріння (рис.3.3). Бурові наконечники – це долота і желонки.



37 До аврійного інструменту відносяться йоржі, уловлювачі універсальні з плашками (шліпс) або пружинні, виделка ловильна із собачкою, павук, кішка, кліщі і таке інше.

Інструментом, який призначений для роботи з обсадними трубами, є хомути, забивні головки, забивні снаряди, ланцюгові ключі і таке інше.

Окремі елементи бурового снаряду з'єднують за допомогою різьбових конусних замкових з'єднань. Кожний елемент снаряду має в верхній частині головку з конусною різьбою (немає тільки ропсокет) та шийку з площинами під ключ і кільцевими виточками для ловильних робіт. В нижній частині у них (крім долота) є внутрішня конічна різьба. Для очищення свердловини від шламу, а також для буріння в сипких породах (піски, галечник) використовують желонки.

В якості породоруйнівного інструмента використовують різні типи доліт. Долота виготовляють із високоякісної сталі. В долоті (рис.3.4) до шийки приєднується лопать з лезом в нижній частині. Лезо характеризується кутом загострення. Кут загострення α - це кут між бічними гранями леза долота. Для м'яких порід він складає $70-80^\circ$, для порід середньої тверді $90-105^\circ$, для твердих і дуже твердих - $110-120^\circ$.

Рис. 3.3. Буровий снаряд для ударно – канатного буріння

1 – долото; 2 - ударна штанга; 3 - розсувна штанга; 4 - канатний замок; 5 – інструментальний канат

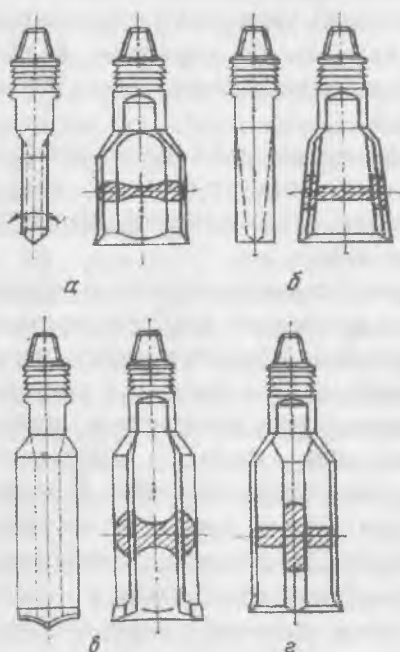


Рис. 3.4. Бурові долота
*а – плоске; б – двотаврове;
 в – округляюче; г - хрестове*

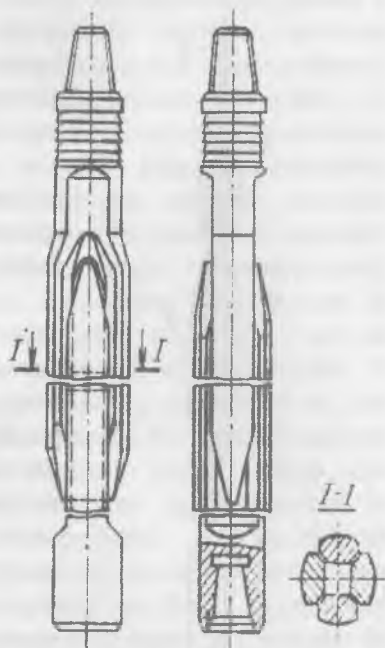


Рис. 3.5. Штанги розсувні

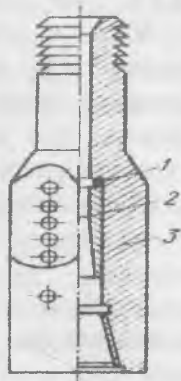


Рис 3.6. Замок канатний самостійно обертаючий
1 – шайба; 2 – втулка; 3 – корпус

Двотаврові долота призначені для буріння порід м'яких і середньої твердості. Вони мають широке, але порівняно тонке лезо

(рис. 3.4 б). Зубильні важкі долота застосовують для роботи в твердих породах. Хрестові долота застосовують для роботи в твердих тріщинуватих і у валунних відкладеннях (рис. 3.4г). Округляючі

Таблиця 3.2.

Основні розміри (мм) і маса (кг) бурових доліт для ударно-канатного буріння.

Тип	Довжина леза	Діаметр шийки	Розмір виймок під ключ	Висота	Маса
Плоске	148	112	84	650	42
	198	140	102	750	70
	248	165	128	850	120
	298	165	128	900	140
	345	188	140	1000	180
	395	188	140	1050	220
	445	220	152	1100	280
	495	220	152	1150	340
	595	220	152	1200	450
Двотаврове	695	220	152	1300	520
	148	112	84	650	92.5
	198	140	102	750	70
	248	165	128	850	93
	298	165	128	900	120
	345	188	140	1000	180
	445	220	152	1100	320
	495	220	152	1150	400
	595	220	152	1200	440
Округляюче	695	220	152	1300	520
	795	220	152	1400	570
	830	220	152	1500	630
	148	112	84	1150	85
	195	140	102	1200	120
	245	165	128	1300	200
	295	165	128	1350	310
	345	188	140	1350	370
	395	188	140	1350	398
	445	220	152	1500	596
	495	220	152	1500	700
	595	220	152	1500	900
	695	220	152	1500	1400

долота служать для зрізання виступів, які залишаються на стінках свердловин при бурінні в твердих породах і для округлення свердловин (рис. 3.4 в).

Для збільшення маси бурового снаряду і запобігання викривлення свердловини використовують штанги ударні (рис. 3.7)

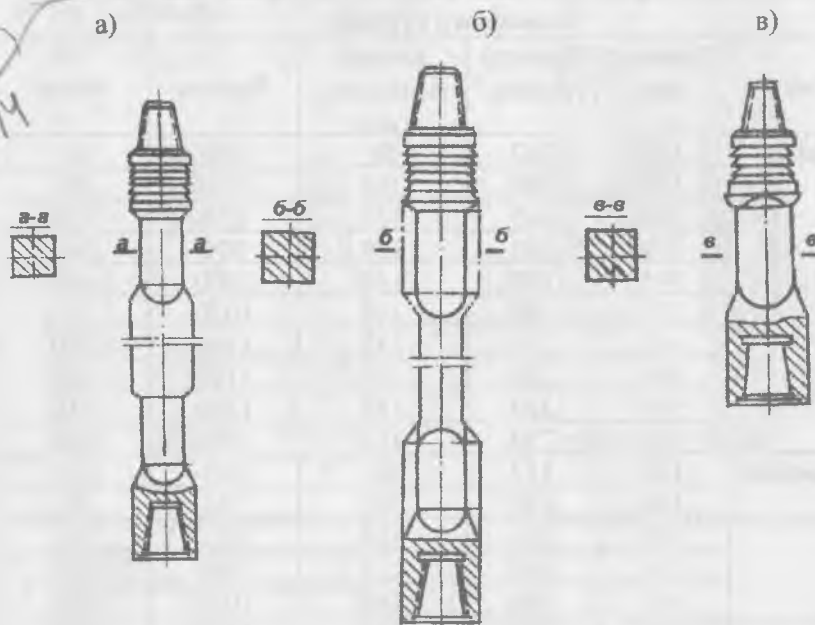


Рис. 3.7. Ударні штанги і перевідник

а-гладкостовбурна; б- з висадженими кінцями; в- перевідник

Гладкостовбурні штанги мають довжину 3, 4, 6 м і масу від 303 до 1290 кг, а з висадженими кінцями більш легкі, мають масу 270...910 та довжину 4, 6 м. Маса збільшується із збільшенням номінальних розмірів різьби головки.

Перевідники використовуються для згвинчування елементів бурового снаряду з різною різьбою.

Розсувна штанга (рис 3.5) служить для підриву бурового снаряду при бурінні у в'язких і тріщинуватих породах. Складається з двох повздовжніх частин, які рухаються одна в одній подібно ланкам ланцюга. Частини розсуваються на 250 мм. Тобто, в перший момент підняття бурового снаряду спочатку рухається верхня частина ножиць

разом із канатним замком, набирає певну інерцію і, коли доходить до граничної точки, вдарає по нижній частині, чим підвищує силу викиду снаряду із породи.

Для з'єднання канату з буровим снарядом застосовують канатні замки. Найбільш зручний в роботі канатний замок з обертовою втулкою (рис. 3.6.). Закріплюється канат таким чином. Канат вставляється в корпус, проходить через шайбу і втулку, кінці його розпушуються, завертаються в зворотному напрямку, утворюють таку грушу, потім витягаються назад і заклинюється у втулці. Таким чином при ударі шайба і втулка йдуть до низу, напруга на канат зменшується, він трішечки скручується, повертає шайбу і втулку на невеликий кут. При наступному піднятті шайба і втулка прижимаються к корпусу в новому місці, а тому при викиденні снаряду із породи він повертається на цей кут.

Допоміжним інструментом є різного роду перехідники, інструментальні ключі і пристосування для скручування (рис. 3.7) і

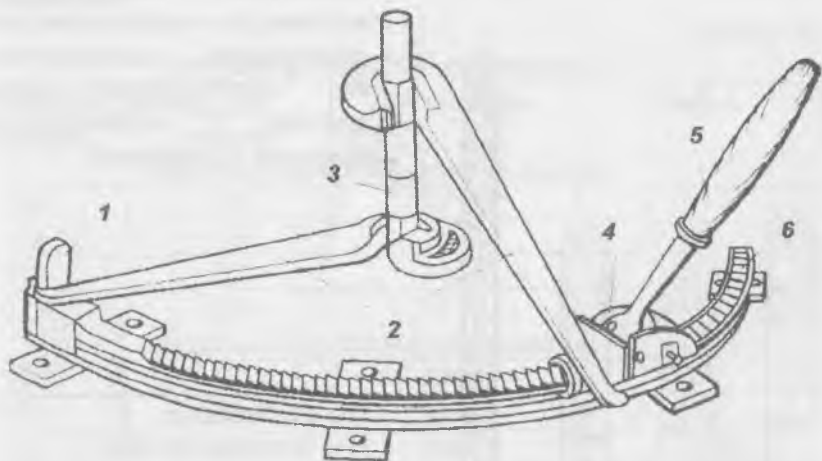


Рис. 3.7. Тріщитка затяжна

1 – упор; 2 – інструментальний ключ; 3 – бурильний замок; 4 – рухомий бацмак з собачкою; 5 – натяжний важіль; 6 – зубчата рейка

розкручування бурового снаряду. При роботі бурового снаряду окремі його частини, які з'єднанні конічною різьбою, можуть розкрутитись.

Для запобігання таких аварій необхідно кріпити різьбові з'єднання бурового снаряду, застосовуючи великий обертовий момент. Різьбове з'єднання бурового снаряду скручують до мітки інструментальними ключами. З цією метою застосовують тріщитку в складі важеля з цепом, дугову рейку з упором та рухомим башмаком. Тріщитка дозволяє отримати зусилля до 3 тон на плече інструментального ключа при затяжці різьби бурового снаряду. Для затягування різьби нижній ключ упирають в упор, а верхній – в рухомий башмак. При качанні натяжного важеля, рухомий башмак пересувається по дугоподібній рейці в сторону нерухомої стійки, а собачка тріщить. При цьому ключі зближуються і замок скручується. Для розгвинчування – верхній ключ упирають кінцем в стійку, а нижній в башмак.

Желонки призначені для буріння в сипких породах (пісок, галечник) та очищенні свердловини від зруйнованої породи. Желонки складаються із трубчастого корпусу, виделки з конічною різьбою, або вушком, сталевго башмака.

Найчастіше використовують желонки, в нижній частині яких влаштований одностворчатий або двостворчатий клапан, желонки з напівсферичним клапаном та поршневі.

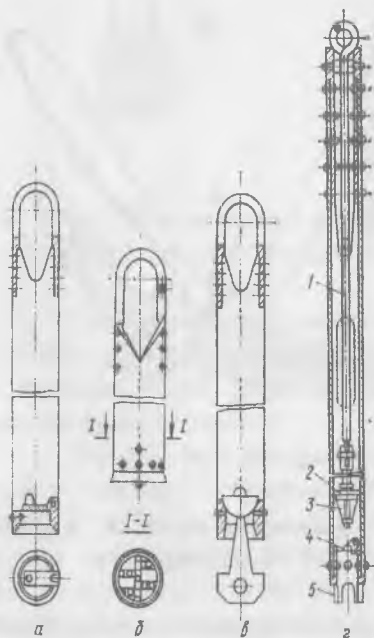


Рис 3.8. Желонки

- а – з плоским клапаном;*
- б – з двостворним клапаном;*
- в – з напівсферичним клапаном;*
- г – поршнева*
- (1- шток; 2- манжета поршня;*
- 3- поршень; 4- клапан;*
- 5 – башмак).*

Діаметр корпусу желонки не повинен перевищувати 0,75 діаметра свердловини. Довжина желонки сягає 3...6 м.

Желонки з плоским клапаном (рис. 3.8а) призначені для очистки свердловини від розбуреної породи і для безпосереднього буріння в пісках і глинах середньої щільності. Вони можуть бути додатково обладнані ножем – загостреною планкою, яка прикріплена до нижньої частини башмака. Желонки з напівсферичним клапаном і списом (рис. 3.8в) застосовують, в основному, для вилучення із свердловини шламу при бурінні в пісках, супісках. “Спис” в нижній частині напівсферичного клапана забезпечує йому необхідний напрямок і хід. “Спис” полегшує вивільнення желонки від шламу на поверхні. Для очистки свердловини від шламу на желоночному канаті в свердловину опускають желонку і вільно скидають її на забій з висоти 3...5 м. При ударі на забій клапан відкривається і зруйнована порода потрапляє в середину желонки. При підйомі желонки клапан закривається і втримує породу. Ці операції повторюються 5-8 разів, щоб желонка заповнилась породою, а потім її піднімають на поверхню і опорожнюють.

Таблиця 3.3

Основні розміри і маса желонок

Зовнішній діаметр, мм		Довжина, мм	Маса, кг
Желонки	Башмака		
Желонки з одностворчатим клапаном			
114	120	6175	95
168	173	4475	181
219	225	4550	248
273	285	4590	334
Желонки з двостворчатим клапаном			
324	335	4580	409
377	390	4720	522
426	435	4800	635
530	540	3900	800
Желонки з напівсферичним клапаном			
127	130	3230	85
219	224	3450	200
273	280	3450	248

Бурові стакани застосовують при бурінні м'яких, липких глин. Стакан – це сталева труба з башмаком ріжучої дії на нижньому кінці.

дужкою з різьбовою головкою на верхньому та вікнами по довжині. Така желонка не має ніякого клапана в нижній частині. Основні розміри желонки наведені в табл.3.3.

47 (Для буріння в пливунах або водоносних пісках застосовують поршневі желонки (рис. 3.8г).

Всередині поршневої желонки знаходиться поршень із штоком. В поршні є отвори, які перекриваються шкіряною або гумовою манжетами, для пропуску води або повітря. Башмак має вирізи для засмоктування розрідженої породи і плоский клапан. При підніманні вгору, в корпусі желонки створюється вакуум, клапан відкривається і в желонку засмоктується розріджена порода.

Канати при ударно-канатному бурінні служать для передачі руху боровому снаряду або желонці при бурінні чи очистці свердловини, а також для опускально – підйомних операцій. У відповідності з цим розрізняють канати інструментальні (бурильні), желоночні і талеві.

Для ударно канатного буріння використовують сталеві канати, звиті з тонких сталевих дротин. Дріт звивають в жмут, а жмути звивають навколо пенькового сердечника в канати. Канати бувають прямої (простої) звивки (рис. 3.9), коли дріт в жмуті і жмути в канаті

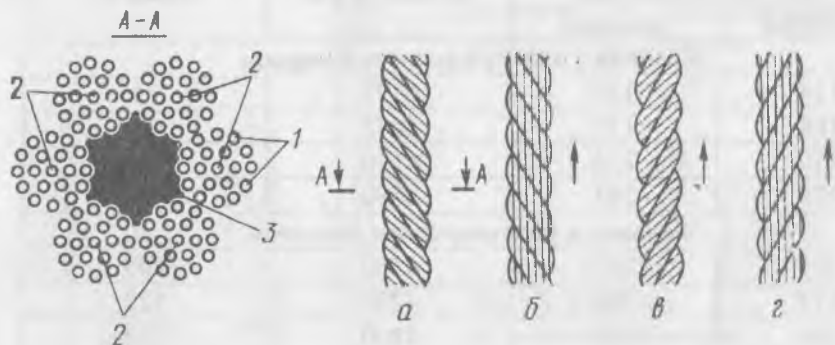


Рис 3. 9. Сталеві канати

а – з односторонньою лівою звивкою; б – з хрестовою лівою звивкою; в – з односторонньою правою звивкою; г – з хрестовою правою звивкою; 1 – дріт; 2 – жмути; 3 – органічний сердечник

звиті в одному напрямку, та хрестової звивки (рис. 3.9г), коли дріт жмута і самі жмути йдуть в різних напрямках. За направленням звивки

розрізняють канати з лівою звивкою (рис. 3.9а,б), коли жмути йдуть з права вверх наліво і канати з правою звивкою (рис. 3.9в,г), якщо жмути йдуть зліва вверх направо.

Характеристика канатів наведена в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Характеристика канатів для ударно канатного буріння

Діаметр, мм		Маса 1м, кг	Розрахунковий тимчасовий опір розриву дроту, кг/мм ²				
канату	дроту		130	140	150	160	170
			Розривне зусилля канату, кг				
11,0	0,5	0,38	--	5080	5360	5700	6150
13,0	0,6	0,57	6700	7100	7700	8200	8770
15,0	0,7	0,77	9100	9700	10500	11200	11900
17,5	0,8	1,0	11900	12800	13700	14600	15600
19,5	0,9	1,2	15000	16100	17300	16600	19700
21,5	1,0	1,6	18500	20000	21400	22900	24300
24,0	1,1	1,8	22400	24200	26200	27700	29400
26,0	1,2	2,3	26800	28800	30800	32900	35000
28,0	1,3	2,6	31400	33800	36300	38600	41000
30,0	1,4	3,1	36400	39400	42000	44800	47600
32,5	1,5	3,6	41700	45000	48300	51500	54600

Напряг звивки канатів має важливе значення, тому що під навантаженням канат розкручується, що може призвести до розгвинчування різьбових замків бурового снаряду. Напряг звивки канатів повинен бути зворотнім напрямку різьб з'єднань. Тому в якості інструментального канату застосовують канат з прямою лівою звивкою. Розкручуючись, такий канат обертає снаряд вправо, затягуючи різьбові з'єднання. В якості желонкових і талевих канатів можливо застосовувати канати будь — якої звивки, але частіше використовують канати хрестової звивки. Пенньова серцевина канату забезпечує його більшу гнучкість, а також більш рівномірне розташування навантаження на всі жмути, зменшує тертя між жмутами і сприяє кращому змащуванню дротів.

Жолоби направляючих і робочих блоків на стійці і щоглі повинні бути достатньої величини для запобігання зайвого тертя в них. Але вони не повинні бути занадто великими, щоб не викликати

ковзання, буксування канату. При виборі канату виконують розрахунок на міцність в залежності від розтягувального навантаження, яке буде діяти на канат при його роботі. При цьому враховують коефіцієнт запасу (безпеки) міцності k . Таким чином, зусилля, при якому розривається канат визначається за формулою

$$P = k Q, \quad (3.1)$$

де P - розривне зусилля, кг;

Q - розтягуюче навантаження, кг;

k - запас міцності.

При бурінні значних розтягувальних навантажень зазнає інструментальний і желонковий канати. При цьому на канати діють: вага бурового снаряду або желонки, вага самого канату і сили тертя снаряду або желонки об стінки свердловини. Тоді розтягувальне навантаження визначається за формулою

$$Q = k_1(Q_1 + p L), \quad (3.2)$$

де $k_1 = 1,5 \dots 2$ - коефіцієнт, що враховує опір сил тертя снаряду об стінки свердловини, заклинювання його або прихвати;

Q_1 - маса бурового снаряду або желонки, кг;

L - довжина висячого в свердловині канату, м;

p - маса одного метру канату, кг.

Динамічні навантаження можуть досягати значних розмірів, а тому запас міцності інструментальних і желонкових канатів приймають $k = 10$.

Талевий канат вибирають із врахуванням вантажопідйомності лебідки. Розривне зусилля для талевого канату визначається за формулою

$$p = k_2 * Q_2, \quad (3.3)$$

де $k_2 = 6 \dots 8$ - запас міцності;

Q_2 - вантажопідйомність лебідки, кг.

Робота з канатом, у якого кількість обірваних дротин на довжині кроку звивки складає 5% і більше, забороняється.

3.3. Технологія буріння

Пересувні станки ударно-канатного буріння для свого розміщення потребують майданчик розміром не менше 10 x 10 м, який знаходиться від будівель на відстані в півтори рази більший за висоту

щогли (приблизно 20м). На місці закладання свердловини викопують шурф глибиною 1,5м та розміром в плані 2 х 2м. Стінки закріплюють дошками. Для встановлення якорів тросових розтяжок риють чотири ями (рис. 3.10). При наявності електроенергії на відстані 2...3м від задньої частини станка встановлюють стовп лінії електропередач, на якому встановлюють рубильник. При відсутності електроенергії встановлюють пересувну електростанцію (рис. 3.10).

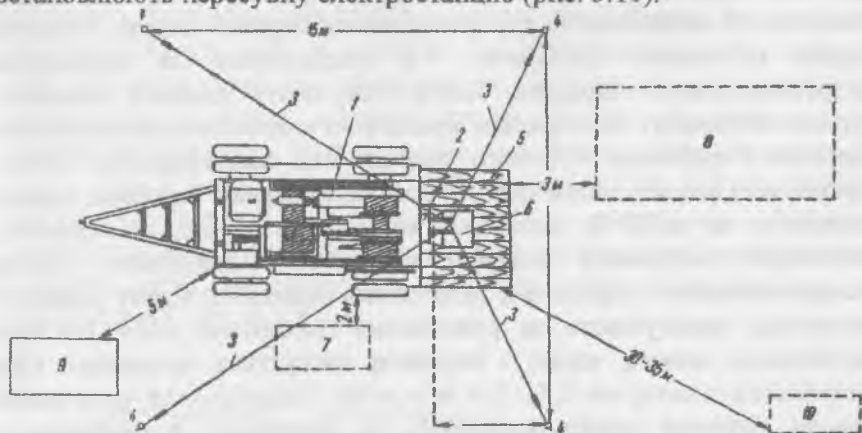


Рис. 3. 10. Схема робочого майданчика для бурового станка УГБ-ЗУК

1- буровий верстат; 2- щогла; 3- розтяжки; 4- якір для розтяжок; 5- поміст; 6- шурф; 7- місце для бурового інструменту; 8- місце для обсадних труб; 9- пересувна електростанція; 10- будка для робочих

Біля і навколо шурфа вкладають чотири бруса розміром 0.25 х 0.25 х 0.25м з відстанню між ними 0.6м, які навпіл заглиблюють в землю. Зверху кладуть чотири бруса 0.25 х 0.25 х 3м та з'єднують з нижніми скобами, при цьому перший брус повинен в подальшому стати опорою під домкрати щогли. На ці бруса вкладають дошки 5 х 20см.

За схемою (рис. 3.10) встановлюють станок, підключають електричний струм до нього, заземлюють станок, підіймають щоглу за допомогою електричної лебідки але остаточна доводка щогли до упора на рамі повинна проводитись вручну. Після встановлення нижньої ланки щогли встановлюють домкрати, а потім висувують верхню ланку. При цьому також доводка верхньої ланки до кінця проводиться вручну. Верхню та нижню ланки з'єднують болтами з гайками та контргайками, встановлюють трубчаті, а потім тросові

розтяжки. Після цього на холостому ходу перевіряють роботу і стан всіх механізмів верстату.

Забурювання свердловини проводиться в такій послідовності. Через отвір в помості на дно шурфа опускають направляючу трубу з башмаком довжиною приблизно 3 м. Перевіряють вертикальність труби і легкими ударами забивного снаряду заглиблюють її в ґрунт так, щоб верхній кінець її знаходився приблизно на 0,5 м над помостом. В направляючу трубу опускають буровий снаряд. Буровий снаряд на канаті опускають в свердловину за допомогою інструментального барабана. Потім включають ударний механізм. Буріння починають включенням фракційної муфти інструментального барабана і підйомом бурового снаряда над свердловиною. Потім, одночасно з виключенням муфти і пригальмуванням барабана, снаряд опускають на забій. В залежності від міцності порід, які буряться, регулюють положення снаряда на забої. Ослаблюють гальма інструментального барабана і, включивши фракційну муфту ударного механізму, приступають до руйнування породи на забої. По мірі заглиблення долота, канат з барабана змотується поступово. При заглибленні долота на 0,5...1,0 м в м'якій і на 0,3...0,5 м в твердій породі, буровий снаряд піднімають на поверхню і в свердловину опускають желонку для очистки забою від зруйнованої породи.

На забої свердловини повинна бути рідина, в якій знаходяться у зваженому стані частинки відокремленої від забою породи. По мірі накопичення зруйнованої породи щільність зашламованої породи збільшується, а швидкість падіння бурового снаряда зменшується. Це знижує ефективність ударів долота на забій. В цьому випадку припиняють буріння і виключивши інструментальний барабан, піднімають буровий снаряд на поверхню, а в свердловину для її очищення, за допомогою желоночного барабана, опускають желонку. Після очищення свердловини від шламу знову починають бурити з послідовністю, яка викладена вище. При цьому стінки свердловини закріплюють обсадними трубами, які при ударно-канатному бурінні, звичайно, забуваються.

Обсадні труби при ударно-канатному бурінні служать для закріплення нестійких стінок свердловини, ізоляції окремих ділянок водоносних горизонтів, а також для запобігання свердловини від руйнування (обвалу).

З'єднують труби муфтами. Кожна труба має на обох кінцях зовнішню різьбу, а муфти внутрішню. Муфти, для можливості

переходу на труби менших діаметрі з різницею в діаметрах 50 мм, обточують. Кріплення свердловин великих діаметрів через відсутність муфтових з'єднань виконують трубами, які з'єднуються зваркою. Для запобігання нижнього кінця обсадних труб від зім'яття, а також для розширення свердловини до необхідних розмірів, застосовують башмаки забивні (рис 3.11а).

Головки забивні (рис. 3.11б,в) служать для запобігання верхнього кінця обсадних труб від зім'яття при забивці. Застосовують багатоступінчасті забивні головки, які випускаються для обсадних труб декількох суміжних діаметрів, та різьбові забивні головки, які вкручуються в муфту обсадної труби. Забивні багатоступінчасті головки виготовляють трьох розмірів – на обсадні труби діаметром – $d = 273, 324, 377$ мм; $d = 426, 473, 530$ мм; $d = 630, 720$ мм. Забивні снаряди призначенні для забивки труб в свердловину. Забивний снаряд складається із штанги з конічною різьбою і масивного залізної болванки, який закріплюються на штанзі. Вага забивних снарядів може бути від 300 до 1200 кг.

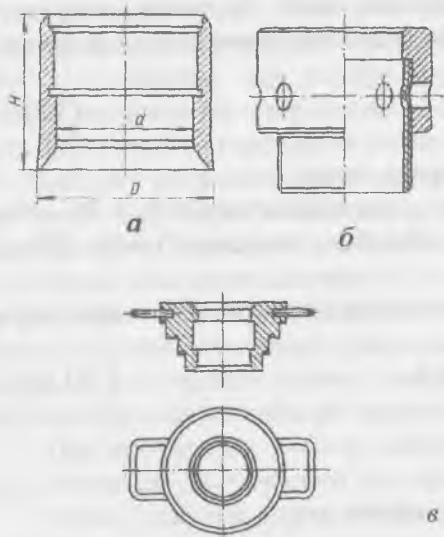


Рис. 3.11. Пристрої для забивання труб
*а - башмаки забивні;
 б - головки забивні різьбові;
 в-головка забивна багатоступінчаста*

Удари важкого бурового снаряда викликають струс порід і руйнування стінок свердловини, якщо вони складені нестійкими породами. Тому в таких породах одночасно з бурінням кріплять

стілки свердловини обсадними трубами. При ударно – канатному бурінні для різкості удару долота по забою, канат повинен опускатися на стільки, щоб буровий наконечник ледь торкався забою свердловини. При цій умові долото, виконавши удар по забою, не зупиняється, а моментально відскакує від нього, чим полегшує свій рух вгору.

До параметрів технологічного режиму буріння при ударно-канатному бурінні відносять масу бурового снаряду, висоту його підйому над забоем та частоту ударів долота по забою свердловини. Швидкість ударно – канатного буріння прямо пропорційна масі бурового снаряда G , висоті його падіння H , кількості ударів n , прискоренню вільного падіння g , і обернено пропорційне квадрату діаметра свердловини D .

$$V = f(G, H, n, g/D^2), \quad (3.4)$$

Масу бурового снаряда вибирають в залежності від твердості порід. Для більш твердіших порід потрібна більша маса снаряда. Маса приймається в залежності від механічного складу порід, які розробляються, та по відносній масі бурового снаряду, що приходить на 1 см довжини леза долота і визначається за формулою

$$G = K_\theta I_\theta, \quad (3.5)$$

де I_θ – довжина леза долота, см;

K_θ – відносна маса бурового снаряда, кг/см,

Приймається $K_\theta = 25 \dots 30$ кг/см – для м'яких порід; $K_\theta = 30 \dots 40$ кг/см – середньої твердості; $K_\theta = 40 \dots 60$ кг/см – твердих; $K_\theta = 60 \dots 70$ кг/см – дуже твердих.

Фактична маса бурового снаряда повинна відповідати виразу

$$G = m_1 + m_2 + m_3 + m L, \quad (3.6)$$

де m_1 – маса долота, кг;

m_2 – маса ударної штанги, кг;

m_3 – маса канатного замка, кг;

m – маса 1 м інструментального каната, кг;

L – довжина каната, м.

Якщо в склад бурового снаряду включена розсувна штанга, то маса бурового снаряду відповідає виразу

$$G = m_1 + m_2 + 0.5 m_4, \quad (3.7)$$

де m_4 – маса нижньої частини розсувної штанги, кг.

Масу бурового снаряда регулюють підбором ударних штанг. Висота підйому бурового снаряду над забоєм в сучасних станках ударно- канатного буріння коливається від 0,35 до 1,2 м. Регулюють її перестановкою пальця кривошипа. Кількість ударів долота в хвилину коливається від 40 до 60 об/хв при заміні шківів на валу електродвигуна. При бурінні твердих монолітних порід висоту підйому снаряду потрібно збільшувати, знижуючи кількість ударів долота по забою, а при бурінні м'яких порід зменшувати, підвищуючи кількість ударів. На малих глибинах бурять з максимальною частотою ударів, а по мірі заглиблення свердловини через підвищений натяг каната частоту ударів зменшують. В таблиці 3.3. наведені параметри технологічного режиму буріння ударно-канатними станками в різних геологічних умовах. Можна навести такі рекомендації для буріння різного типу порід.

Граніти, кварцити, міцні вапняки, піщаники, глинисті сланці бурять округляючим долотом з великим кутом загострення і вгнутих лезом, для чистки використовується желонка з плоским клапаном. Кількість ударів при бурінні повинна бути максимальною, а висота підйому – мінімальною. Довжина робочого канату повинна бути відрегульована таким чином, щоб долото знаходилося трохи вище забою. Це потрібно для попередження розкручування різбових з'єднань, викривлення свердловини та ефективності удару. Діаметр долота слід постійно перевіряти шаблоном. При зносі леза більше ніж на 3...4мм слід проводити його наплавку до номінального діаметра. Через кожні 1-...15 хв. Роботи снаряд слід виймати на поверхню і по рисці перевіряти щільність різбового з'єднання. В безводні породи між чистками желонкою доливають 20...30л води. Зруйновану породу слід виймати через кожні 0.4...0.8м проходки. Якщо в результаті стирання за діаметром долота свердловина стає менших поперечних розмірів, її слід пройти новим долотом. При цьому в свердловину попередньо засипають невеликі шматки твердої породи.

При припиненні роботи долото слід зразу ж підняти вище шламу, що попереджає прихват долота породою.

М'які вапняки, тверді глини, суглинки, крейду, мергелі проходять двотавровим або плоским долотом, желонкою з ножом, а більш м'які породи можна бурити безпосередньо желонкою з плоским клапаном або буровим стаканом обладнав їх короткою ударною штангою. В породах, які обриваються, желонка не повинна виходити під башмак обсадної труби більше ніж на половину або третина її

довжини, а діаметр желонки повинен бути на 100 мм меншим діаметра обсадних труб. Це дає можливість при прихваті желонки породою вита щити її ловильним інструментом.

Таблиця 3.3.

Параметри технологічного буріння ударно – канатним способом в різних геологічних умовах

Породи	Режим буріння			Тип		Спосіб заглиблення
	Маса бурового снаряда, кг	Висота підйому долота, м	Кількість ударів в хв..	Долота	Желонки	
Пісок, супіски, лес	800... ... 1200	0,6-0,7	40...45	--	З плоским або сферичним клапаном	З одночасним кріпленням обсадними трубами
Глини	1000... ... 1300	До 1,0	40... 50	Двотаврове або плоске	З плоским клапаном	Без кріплення
Галечникові і гравійні	1000... ... 1300	0,8-1,0	40... 50	Двотаврове	Те ж	З одночасним кріпленням або з випередженням забою
Валунні відкладення	1300... ... 1500	1,0	40	Округляюче Пірамідаліне	Те ж	З посадкою труб в слід за заглибленням забою свердловини
Тверді і міцні моноліти	1300... ... 2500	1,0-1,1	45... 50	Округляючі	З плоским клапаном	Без кріплення
Тріщинуваті і закарстові	1000... ... 1500	Не більше 0,5	До 60	Хрестові і округляючі	З плоским або сферич. клапаном	Те ж

Желонка краще заповнюється породою, якщо перед її спуском підливати 20...40л води. При бурінні крейди, мергелів та деяких глин желонку слід наповнювати породою на дві треті її довжини. Більше наповнення викликає підкидування породи до виделки, утворення своєрідної шапки і погіршення умов роботи. В'язкі породи желонку слід скидати з приторможуванням.

Буріння свердловин в глинистих і піщаних породах з валунами проводять хрестовим або округляючими долотами з чистою желонкою з плоским клапаном. Валуни з діаметром більшим за діаметр свердловини стараються розбити на дрібні шматочки і вийняти желонкою. Валуни з діаметром меншим за діаметр свердловини забивають в бік двотавровим або округляючим долотом з діаметром на 100...150мм меншим за діаметр свердловини. В окремих випадках валуни вдається зсунути в бік конусом, який виготовляється з туби діаметром меншим на 50...100мм за обсадну трубу. Довжина його дорівнює півтора або двом діаметрам труби. В верхній (широкій) частині конусу робляться отвір, вставляється штир і приварюється, до нього закріплюється серга, за яку підвішується до тросу. Конус заповнюється піском або породою. Конус скидають в свердловину на інструментальному тросі, тобто включають ударний механізм і ударами зсовують валун. При неможливості зсунути валун використовують торпедування.

Піски проходять желонкою але сухі піски попередньо розпушують плоским або двотавровим долотом. Вихід желонки з під башмака обсадної труби не повинен бути більшим за третину її довжини. Для запобігання прихвату желонки породою та надання сприятливих умов її вилучення різниця в діаметрах желонки і обсадної труби повинна бути не менше 100мм. В деяких випадках сухі піски можна проходити желонкою без клапана, яка обладнана короткою ударною штангою. Якщо порода суха на забої в свердловину періодично доливають 5-10 відер води, що полегшує очистку свердловини желонкою. При проходці пісків слід уважно слідкувати за об'ємом вилученої породи - він повинен дорівнювати геометричному об'єму розкритого інтервалу свердловини. Великий об'єм вилученого піску може викликати його осипання в шарі і обрушення вище розташованих порід, біля устя свердловини можуть утворитися провали, каверни, обсадні труби зможуть піти вниз, в водоносних пісках це може зменшити водовіддачу. Тому обсадні труби спочатку забивають на 2...3м, а потім вибирають з них породу.

Сприяє проходці пісків накидання в забій жирної глини, яка зв'язує частки піску і прискорює процес буріння.

Дрібнозернисті піски - пливуні проходять з одночасною посадкою труб, кількість ударів повинно не перевищувати 30 в хвилину. Як тільки желонка наповниться на третину висот її підіймають, а труби продовжують саджати. Пісок в такий момент йде у гору по трубі, об садні труби опускаються під власною вагою. Цей метод має назву підсос, тобто утворюється вакуум. Взагалі піски - пливуні можуть підійматися слідом за желонкою на висоту 10...15м. Для запобігання цього явища в свердловину доливають воду і підтримують постійний рівень у устя. При значному піднятті пісків можна заливати глиняний розчин, який має більшу щільність. Так як при проходці пливунів можуть утворюватись пробки, буріння слід вести в три зміни, а перехід з одного діаметра обсадних труб на інший не бажаний. Об садні труби при посадці спочатку йдуть вільно, потім гальмується і навіть припиняється. Тому труби потрібно розходжувати – повертати зліва направо і забивати. Під час підняття желонки порода може витікати частково і навіть повністю через недостатню щільність клапана. Тому на нього потрібно додатково ставити ущільнення з шкіри або гуми. Повне наповнення породою желонки може викликати перекидання її через верхній край і в подальшому прихвачу желонку. Майстер повинен уважно слідкувати за наповненням желонки і не допускати її переповнення.

Середньозернисті та крупнозернисті піски проходять із забиванням спочатку обсадних труб, а потім вибирають желонкою породу. При цьому можна додавати глину, доливати воду, попередньо руйнувати породу зубильним долотом з одночасною посадкою труб.

Галечник та гравій розробляють двотавровим долотом та вилучають породу желонкою з плоским клапаном, який низько розташований на ріжучою крайкою башмака (15...25мм). Желонка повинна бити не сильно, а частота ударів - 40...45 ударів в хвилину, висота її підняття повинна бути 0.8...1м. Вихід желонки із під башмака труби не повинен бути більшим за третину її довжини, а наповнення – не більше третини її довжини. В свердловину бажано підкидати глину.

Нестійки породи під час буріння необхідно закріплювати обсадними трубами. В свердловину може бути опущено декілька колон, що утворюють телескоп із труб різного діаметра. Відстань між башмаками двох сусідніх колон обсадних труб називається виходом колони і залежить від способу опускання і призначення колони.

Спосіб опускання в свою чергу залежить від характеру порід, стійкості їх і наявності в свердловині раніше опущених колон обсадних труб. В зв'язку з чим спуск труб може бути вільний і примусовий – з забивкою. Вільний спуск обсадних труб здійснюється в свердловинах, стінки яких складені достатньо стійкими породами, і в інтервалах свердловини, раніш обсаджених трубами більшого діаметра. Примусовий спуск обсадних труб виконують при бурінні свердловин в нестійких породах, при чому тут можливі два випадки: спуск труб слідом за просуванням забою (тобто з відставанням) і спуск труб з випередженням забою. Перший застосовують, коли породи мають деяку стійкість і стінки, на невеликих інтервалах буріння, не обвалюються. Велична відставання башмака обсадних труб від забою буде залежати при цьому від стійкості порід. Другий спосіб використовують при проходці нестійких порід – сипких, пливунів.

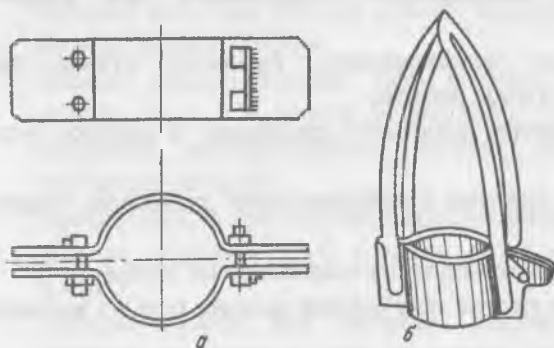


Рис. 3.12. Хомути для обсадних труб
а – затяжні; б – шарнірні

Обсадні труби збираються на поверхні в колону за допомогою хомутів (рис. 3.12). Кожний шарнір має дві скоби, які з'єднуються за допомогою болтів. Між скобами розміщується труба з муфтою на верхньому кінці. Болти використовують з квадратними головками, а на скобах приварюються упорні планки. Це захищає болти від повертання. Шарнірні хомути використовуються для допоміжних операцій – підтягування труб, підняття для згвинчування і таке інше. Спуск труб в свердловину проводиться в такій послідовності. Труба з муфтою на кінці висить в свердловині на хомуті. Другим хомутом захоплюється з землі інша труба з муфтою на кінці, підіймається, підводиться до муфти висячої труби і вони згвинчуються. Після цього вся колона трохи підіймається, нижній хомут звільняється від труби, колона опускається до тих пір, поки верхній хомут не займе місце нижнього хомута. Тобто колона вже висить на верхньому хомуті. Використані для підняття цього хомута ланцюги, троси, штроби

звільняються від хомути і починаються операції по під'єднанню наступної труби.

При ударно-канатному способі буріння майже всі колони обсадних труб в свердловині починаються з поверхні землі. Тому після закінчення буріння обсадні труби, непотрібні при постійній експлуатації, вилучають із свердловини за допомогою талевих систем, лебідками бурових станків, домкратами. Легкі обсадні труби вилучають лебідкою бурової установки при звичайному обладнанні. Для зрушення обсадну колону витягують домкратами, після чого її трошки осаджують ударами забивного снаряду. Потім ці операції повторюються до тих пір, поки колону не зрушать з місця і приступають до підйому труб.

При бурінні слід слідкувати за невикривленням свердловини. Основними причинами викривлення свердловини при ударно-канатному бурінні є:

- негоризонтальність встановленого бурового станка або пересування чи вібрація під час роботи;
- неспівпадання центра верхнього кронблоку з центром устя свердловини;
- буріння великим долотом з невідповідним діаметром ударної штанги, ножиць;
- недостатньо точне встановлення направляючої труби;
- зустріч тріщин та пустот при бурінні міцних порід з великим нахилом пластів;
- кривизна ударної штанги;
- невиконання заходів обережності при бурінні в зоні валунів;
- перехід на менший діаметр буріння в незакріпленій трубами свердловині без необхідних заходів обережності.

Вибір і обґрунтування конструкцій свердловини – найважливіший захід, від якого залежить якість виконаних робіт, їх економічність. При бурінні розвідувальних свердловин повинно забезпечуватись:

- високоякісне опробування всіх або, в, залежності від призначення, розкритих водоносних горизонтів;
- мінімальна кількість та вартість матеріалів і трудових затрат;
- найменший, по можливості, діаметр стовбура свердловини;
- повторне використання фільтра і обсадних труб;
- простота ліквідації свердловини і високоякісний ліквідаційний тампонаж.

При бурінні експлуатаційних свердловин повинно забезпечуватись:

- високоякісне розкриття продуктивних водоносних горизонтів з метою їх експлуатації при мінімальних опорах прифільтрових зон;
- тривалий строк експлуатації і мінімальний темп зниження продуктивності;
- можливість виконання ремонтних і відновлювальних робіт;
- найменша собівартість;
- мінімальноможливий діаметр стовбура свердловини;
- найменший опір при підйомі води насосом.

Практика буріння свердловин показує, що оптимальні витрати праці і найбільш надійну конструкцію свердловини можна створити тільки при дотриманні таких умов:

- середня величина виходу кожної колони обсадних труб повинна бути не більше 25-30 м;
- башмак кожної колони труб повинен заходити у водотривку породи на 1-2 м нижче водотривкої покрівлі (за виключенням останньої експлуатаційної колони, яка повинна входити у водоносну породу);
- діаметр долота при бурінні потрібно міняти через один;
- колони обсадних труб повинні бути забиті в глини найбільш щільно;
- обсадна колона, яка опущена "впотай" в попередню колону, повинна заходити в неї не менше ніж на 3 м при глибині свердловини до 50 м і не менше ніж на 5 м при більшій глибині;
- при бурінні діаметр наступної обсадної колони труб для кріплення стінок свердловини приймається менше діаметра попередньої колони на 50мм при використанні обточених муфт або зварюванні труб, - 100 мм при використанні не обточених муфт;
- діаметр фільтра при опусканні його в обсадні труби повинен бути менше внутрішнього діаметра обсадних труб не менше ніж на 50 мм.

Початковий діаметр свердловини визначається з виразу

$$D_n = D_k + K \cdot H / h, \quad (3.8)$$

де D_k – кінцевий діаметр буріння, мм;

K – різниця в діаметрах суміжних колон, мм;

H – проектна глибина свердловини, м;

h – середня величина виходу колон, м.

В процесі буріння завжди необхідно знати: глибину свердловини; глибину, на якій знаходиться башмак кожної колони обсадних труб, а також довжину колон труб від поверхні; кількість в кожній колоні труб, довжину кожної обсадної труби, а також зовнішні, внутрішні діаметри, тип інструмента, що знаходиться в свердловині; глибину рівня води в свердловині від поверхні землі. Всі ці дані фіксують при замірах в змінному буровому рапорті, а потім заносять в боровий журнал. Крім того, в змінному рапорті і буровому журналі повинні бути записані: проходка за зміну; характер виконаних робіт за зміну; час який витрачається на кожну з цих робіт. При передачі зміни в рапорті розписуються здаючий і приймаючий зміну майстри.

Роботу по бурінню свердловин виконує вахта, яка складається із змінного майстра, старшого і молодшого робочого. При бурінні свердловин великого діаметра до вахти додають ще одного робітника. Роботою одного - двох станків керує старший майстер. Буріння потрібно вести в три зміни без перерви.

Відмінною особливістю свердловин, які пробурені цим способом, заключається в зберіганні водовіддачі водоносних шарів та великих строків служби свердловини (іноді 70...до років і більше).

В теперішній час в нашій країні ударно-канатний спосіб витискується роторним, проте за кордоном (в США, Великобританії, Германії) багато фірм до цих пір віддають йому перевагу.

3.4. Аварії та їх ліквідація

При бурінні свердловин ударно-канатним способом можуть виникнути порушення в роботі та різного роду аварії. Основні їх причини наступні:

- обвал стінок свердловини;
- застосування зношеного і бракованого інструмента;
- погане збирання снаряду;
- порушення режиму буріння і правил виконання спуско-підйомних операцій;
- обрив канатів;
- падіння в свердловину дрібних предметів.

Найбільш характерні види аварій та заходи по їх попередженню наведені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4.

Аварії при бурінні свердловин

Вид аварії	Причини виникнення	Заходи по попередженню	Спосіб ліквідації аварії
Поломка ланцюга ножиців	Перепалювання металу при зварюванні, втома металу, погана якість металу	Перевірка якості інструмента перед опусканням в свердловину, інструмент не повинен мати явних дефектів	1. При поломці верхньої ланки використовують гак на штангах або виделку з клямкою для захоплення нижньої ланки
Обрив сталевого каната	1. Розрив окремих дротів. 2. Відсутність регулювання довжини каната при бурінні, підняття інструмента вгору до удару по забою	1. Перевірка якості сталевих канатів перед спуском його в свердловину. 2. Своєчасна заміна старого каната. 3. Регулювання довжини каната під час буріння	Канат в свердловині захоплюють однорігним або дворігним йоржем
Прихват породою бурового снаряда або желонки	1. Значний вихід бурового снаряда з-під башмака обсадних труб в нестійких породах. 2. Удари снарядом або желонкою з великої висоти у в'язких породах. 3. Заклинювання долота в тріщинах	1. В нестійких породах снаряд наполовину, а желонка на третину, не повинні виходити нижче башмака труб. 2. Зменшення висоти падіння у в'язких породах. 3. Використання в тріщинуватих породах хрестових та округ-	1. Наносити удари по прихопленому інструменту. 2. Якщо інструмент частково в обсадних трубах, заклинити його і піднімати труби з інструментом. 3. Захопити желонку за виделку гачком, який спустити на штангах. 4. На снаряд або желонку набити трубу з внутрішнім діаметром рівним зовнішньому діаметру снаряда, при

		ляючих долот.	цьому трубу на 0.6...0.7м розрізати і роздати. 5. При сильному прихоплені зрізати канаторізкою трос, набити на канатний замок шліпс, який закріплений на більш потужному канаті
Розгвинчування різьб, поломка різьбового конуса	1. Слабке затягування різьбового з'єднання. 2. Дефект в інструменті. 3. Погана якість металу.	1. Затягування різьбових з'єднань до відмови тріщиткою. 2. Виготовлення інструментів із спеціальних сортів сталі.	1. Гаком на штангах вивести інструмент в центр свердловини. Захопити інструмент желонкою з плоским клапаном за шийку. Попередньо клапан підрізати під розмір шийки. 2. Нагнати ударами на кільцеві канавки шліпс або овершот.
Поломка різьбового конуса долота	Велика маса ударної штанги і ножиців, в твердих породах велика висота підйому снаряда.	1. Заміна ударної штанги і ножиців. 2. Зменшення висоти підйому. 3. Використання інструмента із спеціального металу.	1. Гаком вивести долото на центр свердловини і захопити шліпсам. 2. Накрити долото трубою з розвальцьованим за діаметром долота нижнім кінцем. 3. При неможливості вивести долото в центр, підробити його боковим долотом і відвести його в бік. 4. Торпедувати забій для знищення долота або утворення каверни і відведення долота в

			бік.
Обрив каната біля канатного замка, вибив каната із замка	1. Злам каната біля корпусу замка через перегини. 2. Погана заправка каната.	1. Ретельний періодичний огляд каната та верхнього кінця замка. 2. Правильна заправка каната	1. При вертикальному положенні снаряда захопити його за кільцеві канавки клапаном желонки або шліпсом. 2. Якщо снаряд збоку, то вивести його на центр гачком на штангах та захопити шліпсом.
Викривлення свердловини	Проходка круто падаючих шарів або таких, що чергуються, прошарків міцних і слабких порід	1. Бурити на натягнутому канаті. 2. Проходка на штангах з напрямними фонарями в крутопадаючих шарах. 3. Перевірка рівнем або вкосом вертикальність колони труб.	1. Викривлену ділянку заповнити шматками більш твердої породи і бурити знову дуже повільно. 2. При невеликій глибині в м'яких породах вийняти або припідняти колону труб, затампонувати викривлену ділянку і знову бурити
Обрив виделки желонки	1. Значні зусилля (важка нагвинчена ударна штанга), які призвели до зрізу заклепок	Перевірка і відновлення клепок зв'язки	1. Забити в желонку трубу із зовнішнім діаметром рівним внутрішньому діаметру желонки і трохи сточену на конус. 2. Нагнати на желонку розрізану та розширену трубу того ж діаметра, що і желонка (желонка повинна бути на 100мм менша за діаметр обсадної колони)

Для ліквідації аварій застосовують спеціальні засоби і ловильні інструменти. При виникненні аварії слід шляхом огляду вилученої із свердловини частини встановити положення залишеної частини інструмента. Якщо огляд не дає повної картини, то в свердловину опускають печатку. Печатка являє собою дерев'яний циліндр, який забивається в желонку відповідного діаметра і без башмака. На торець циліндра забиваються цвяхи та прикріплюється маса з каніфолі і смоли. Опушеною в свердловині печаткою легко вдаряють по залишеному в свердловині інструменту і отримують відтиск його положення. Ловильні операції, звичайно, проводять з ловильними ножицями, які мають ходу 500мм. Ловильний снаряд збирають, звичайно, з ловильного інструмента, ловильних ножиців з великою ходом і короткої ударної штанги, яка приєднується до каната канатним замком.

34 Ловильні йоржі служать для ловлі каната, який обірвався в свердловині. Якщо обірваний канат розташовується в свердловині у вигляді спутаного клубка, застосовують однорогий йорж (рис 3.13а).

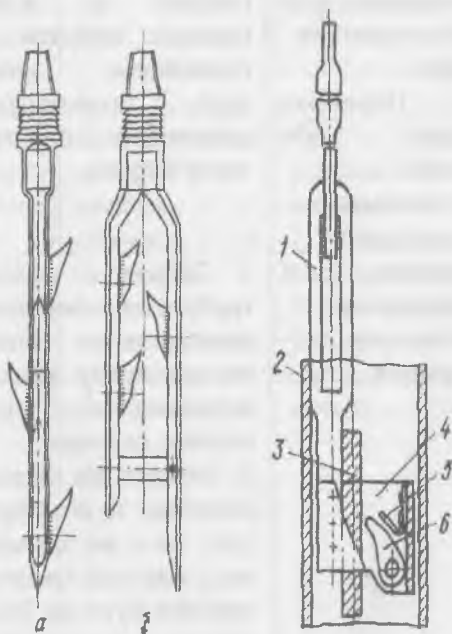


Рис. 3.13. Йоржі та канаторізка

а – однорогий йорж;
б – дворогий йорж;
 1- розсувна штанга;
 2 – обсадна труба;
 3– канат; 4- обойма;
 5 – пружина; 6 – ніж
 різак

Складається такий йорж із загостреного стержня і приварених до нього кігтів (пазурів), які розташовані по гвинтовій лінії. Йорж опускають в свердловину, доходять до каната, потім підіймають на висоту 3...5м і скидають на канат, підіймають йорж і, якщо відчувають, що канат зачеплений, підіймають на поверхню. У протилежному випадку знову повторюють операцію по зачепленню. Якщо канат розміщується в свердловині петлями або спіраллю, витки якого прилягають до стінок свердловини використовують дворогий йорж (рис. 3.136). Такий йорж складається із виделки, до якої із внутрішньої сторони приварені кігті. В нижній частині виделки розташована собачка, яка вільно обертається на осі. Розмір дворогого йоржа підбирають за діаметром свердловини, в яку він повинен бути опущений. Після опускання ловильного снаряду йорж забивають в клубок канату легкими ударами штанги.

Канаторізка (рис. 3.13) призначена для різання сталевго канату в свердловині при сильному прихвті інструмента, коли при значному натягу канату він може обірватись на будь якій глибині. Канаторізка складається із ножиців з вільною ходою 250 мм, скоби, різак, і пружини. Спускають канаторізку на окремому канаті пропускаючи основний канат в середі скоби до канатного замка. При підтягуванні вверх різак впирається в канат, а при наступних ударах знизу ножицями різак надрізає канат, який разом з канаторізкою вилучається на поверхню.

Бокове долото або шпод (рис. 3.14) служить для руйнування обваленої породи навколо прихваченого бурового інструмента і представляє собою ексцентричне долото, робоча частина якого довша залишеного в свердловині інструмента. При ударі таким долотом навколо прихваченого інструмента з'являється каверна, в яку потім зіштовхується снаряд.

Шліпси (рис. 3.14) служать для ловлі інструментів за шийку (кільцеві виточки) або за різбову головку. Шліпс складається із грубчатого корпусу, головки з різбою, башмака з внутрішнім конусним отвором з розміщеними в ньому трьома плашками, внутрішньою розпірною трубою і пружини, яка постійно піджимає плашки до звуженої частини конуса. Шліпс набивають на залишений в свердловині інструмент із допомогою ножиць. При цьому плашки рухаються вверх, збільшують простір, в який заходить шийка інструмента (різьба або виточки на шийці), і рухом вверх і вниз зрушують інструмент з місця, а потім вилучають із свердловини.

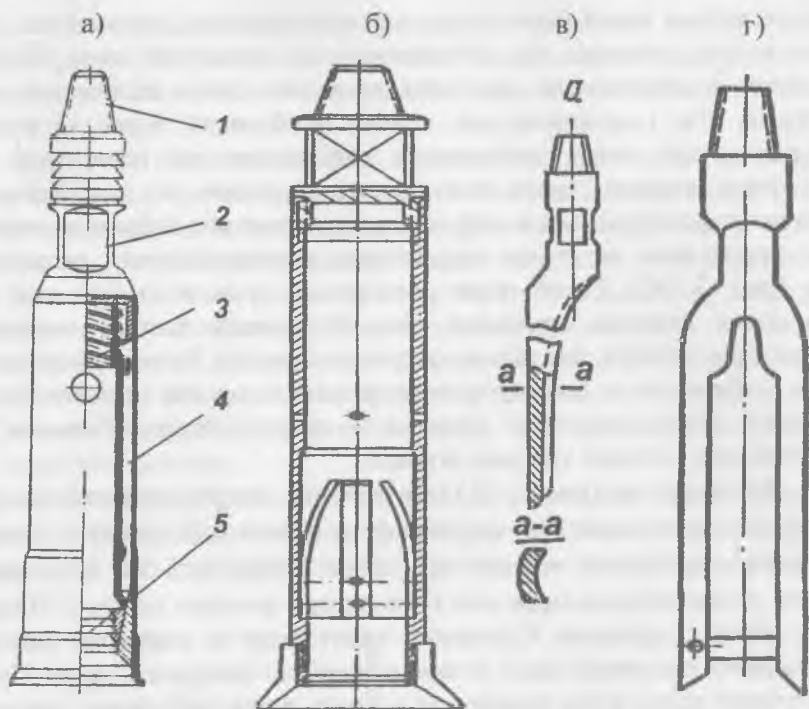


Рис. 3.14. Ловильний інструмент

а- уловлювач з плашками або шліпс; б- уловлювач пружинний; в- бокове долото або шпуд; г- виделка ловильна із собачкою; 1- різьбова головка; 2- шийка; 3- пружина; 4- корпус; 5- плашки

Уловлювач пружинний використовується для інструмента та обсажних труб під муфту. Уловлювач має корпус, в середині якого розташовані пластинчаті пружини. При набиванні уловлювача на залишений в свердловині інструмент шийка його розсуває пластини і входить в корпус. При подальшому піднятті пружини знову сходяться і захоплюють інструмент за кільцеві виточки.

Виделка ловильна з собачкою (рис. 3.14) використовується для вилучення желонки в тому випадку, коли на желонці залишилася дужка, желонкова виделка, відкрутившись від замка, залишилась в свердловині, нижнього ланцюга ножиць. Найбільш зручні ножиці, в яких собачка закривається пружиною. При опусканні в свердловину

собачка відкривається, входить в вушко, а при піднятті стає в горизонтальне положення і захоплює інструмент.

Павук (рис. 3.15) служить для вилучення із свердловини дрібних предметів. Складається із труби, в нижній частині якої нарізані довгі зуби (300...500мм), які трохи загнуті в середину. Застосовують павук тільки в твердих породах. Павук опускають в свердловину на предмет, накривають зубами, ножицями легким ударами забивають павук, зуби загибаються в середину і захоплюють предмет.

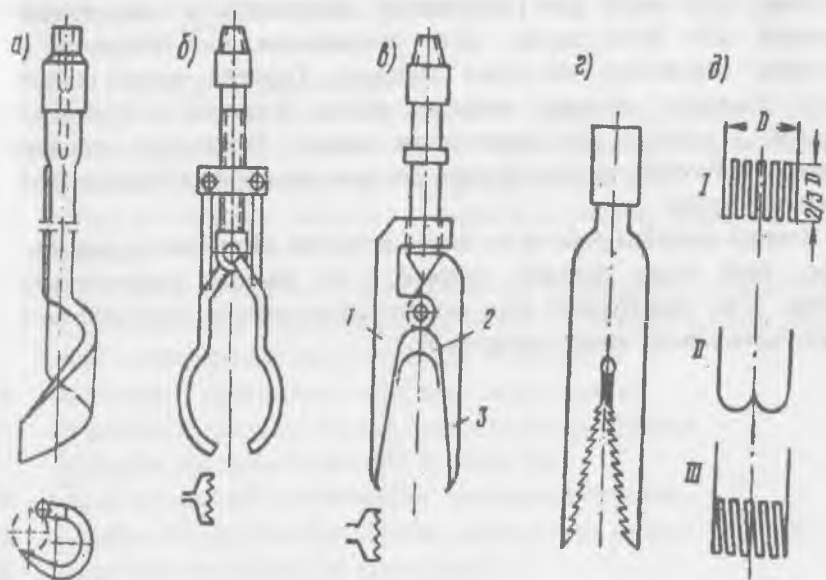


Рис. 3.15. Спеціальні пристрої для уловлювання

а- ловильний гак; б- кішка; в- кліщі; г- вовча паща; д- павук; нерухоме плече; 2- пружина; 3- рухоме плече; I- для захоплення без обертання; II –положення зубів після удару о забій; III – для захоплення з обертанням інструмента

Ловильний гак виготовляє на місці майстер. Він являє собою стержень з загнутим під прямим кутом нижнім кінцем (рис.3.15). Розміри і форма залежить від типу та положення, предмета який залишився в свердловині. Гаки використовуються для вилучення долот, желонки, ножиць, ударних штанг.

Кліщі (рис. 3.15) використовуються для захоплення дрібних предметів, великих обломів різьбових долот, шматків породи, яка обгалилася. Верхні кінці лап з'єднані з гайкою, через яку проходить гвинт з стрічковою різьбою. При обертанні гвинта, який з'єднаний з колоною штанг і ловильних трубок діаметром 50...63мм, гайка переміщується вгору вниз та через шарнір заставляє лапи сходитись або розходитись.

Торпедування (вибух у відповідному місці) використовується для збільшення дебіту свердловини, для руйнування великих валунів при бурінні, при аварії для руйнування залишеного в свердловині інструмента або його зсуву. Для проведення цієї операції в свердловину опускають на тросі торпеду. Торпеда являє собою металеву оболонку, щільну, закриту зверху фланцем з гумовою прокладкою і скобою для закріплення каната. Всередині торпеди знаходиться вибухівка та детонатори, до яких проводами підводиться електричний струм.

Взагалі аварійні роботи по виловлюванню інструмента, каната, обсадних труб дуже складні, тривалі і не завжди закінчуються позитивно. Тому при бурінні слід уважно слідкувати за технологією і не порушувати ніяких вимог технології.

4. РОТОРНЕ БУРІННЯ

4.1. Сутність буріння

Суть роторного способу буріння полягає в тому, що порода в забої руйнується буровим снарядом, який постійно обертається і давить на забій. Розпушена порода виноситься на денну поверхню промивною рідиною. Крім того, промивна рідина охолоджує буровий наконечник і утримує стінки свердловини від обрушення. Є два способи такого буріння:

- з прямою промивкою;
- зворотною промивкою.

При бурінні з прямою промивкою промивну рідину подають бурильними трубами, а із зворотною, навпаки, забирають через них.

Роторне буріння найчастіше використовують при:

- добре вивченому геолого – гідрогеологічному перерізі ділянки буріння;
- заздалегідь розвіданих і випробуваних водоносних горизонтів, для яких є детальна характеристика якості і кількості води; горизонти води характеризуються великими напорами;
- можливості проведення каротажу свердловини;
- можливості доставки води і глини до місця буріння.

Переваги роторного способу буріння такі:

- високі механічні та комерційні швидкості буріння;
- можливість буріння порід різної міцності на різних глибинах;
- невелика металоємкість констукцій.

Недоліки роторного способу буріння наступні:

- при використанні глинистого розчину виникають утруднення якісного опробування водоносних пластів та їх освоєння, що призводить до зниження дебіта свердловини, вимагає тривалих і складних робіт по її розглибленню;
- необхідність у постачанні бурильних установок водою і якісною глиною;
- труднощі буріння в пливунах та породах, які вміщують валунно-галечникові включення, які поглинають промивну рідину;
- труднощі організації робіт зимою при від'ємних температурах.

4.2. Буріння з прямою промивкою

Бурова установка для буріння з прямою промивкою повинна мати щоглу, яка забезпечує підвищення на тросі колони бурильних труб і бурового снаряда (рис. 4.1), самохідну установку з розміщеними на ній основним механічним обладнанням, підготовленою циркуляційною системою з лотків і відстійників.



Буровий снаряд складається з долота, обважених бурильних труб, перехідника. Він опускається в свердловину на колоні бурильних труб. Верхня бурильна труба з'єднується з ведучою трубою,

найчастіше, квадратного перерізу (може бути шестигранного, хрестоподібного). Ротор має отвір відповідного перерізу, через який вільно проходить ведуча труба і який формується завдяки спеціальних плашок. Ротор приводить в обертальний рух дизельний двигун. На верхній кінець ведучої труби нагвинчується вертлюг-сальник, який забезпечує щільне з'єднання ведучої труби, що обертається, і нерухомого шланга. Цю систему підвішують штропом на гак, талевий блок, кронблок (зверху щогли), талевий канат. Таким чином, ротор передає оберти буровому снаряду через ведучу і бурильні труби. Долото, яке обертається в забої, руйнує породу. Необхідний тиск на забій забезпечує вага бурового снаряду і бурильних труб. Якщо потрібно підвищити тиск, нагвинчують важчу трубу (довшу або більшого діаметра). Промивну рідину подають з відстійника насосом, а потім шлангом у вертлюг-сальник і у внутрішній простір бурильних труб. Виходячи з отворів у долоті, рідина частково може розмивати ґрунт, охолоджує долото, забирає розпушену породу, затрубним простором піднімає її вгору і крізь відгалуження в напрямній трубі витікає із свердловини. Далі вона самопливом лотками стікає у відстійник, відстоюється там, звільняючись від шламу, і знову закачується у свердловину. В свердловині промивна рідина одночасно оберігає стінки від обваловання.

У міру заглиблення свердловини канат поступово відпускають з барабана лебідки, під дією своєї ваги буровий снаряд заглиблюється і постійно тисне на забій. Коли вертлюг-сальник опуститься до своєї нижньої граничної точки, ротор відключають від двигуна, буровий снаряд піднімають, підвішують над напрямною трубою, відгвинчують ведучу трубу, нагвинчують нову бурильну трубу, з якою знову з'єднують ведучу трубу (перед цим спутивши буровий снаряд на забій), і починають буріння. Так діють безперервно, поки не пробурять свердловину на потрібну глибину. Якщо долото потрібно замінити, буровий снаряд поступово піднімають на денну поверхню, роз'єднуючи при цьому колону бурильних труб і виймаючи окремі бурильні труби.

В таблиці 4.1. наведені технічні характеристики установок для роторного буріння.

Достатньо поширеною установкою є установка УРБ-ЗАМ. Особливістю установки УРБ-ЗАМ (рис. 4.2) є те, що буровий насос-10 встановлений не на рамі автомашини і його кожний раз необхідно монтувати на спеціальних салазках поруч із станком.

Таблиця 4.1.

Технічна характеристика самохідних установок для роторного буріння.

Технічні показники	Марка установок			
	УРБ-3АМ	УРБ-3А3	ІБА15В	УБВ-600
Глибина буріння, м	300	600	500	600
Діаметр буріння, мм				
Початковий	243	243	394	490
Кінцевий	93	93	194	214
Механізм обертання:				
Діаметр прохідного отвору, мм	250	250	410	410
Частота обертання, с ⁻¹	1,8;3,2;5,2	1,25;2,5;4,75	1,1;2,2;4,1	1,8;3,0
Механізм підйому:				
Максимальна вантажопідйомність, т	2,8	3,5	5,2	9,0
Діаметр каната, мм	15,5	18,0	18,0	25,0
Ємність барабана, м	100	150	150	200
Щогла:				
Вантажопідйомність, т	10,0	13,0	20,0	50,0
Висота до осі кронблоку, м	16	18	18	22,4
Оснастка талевої системи	1x2	2x3	2x3	3x4
Буровий насос	ІІГрБ	НБ-40	НБ-40	9МГр-61
Транспортна база	МАЗ-500А	МАЗ-500А	МАЗ-500А	КРАЗ-257
Потужність силового приводу, кВт	50	66	77	125,4

Привід насоса забезпечується через спеціальний шків та клиноремінну передачу-поз.11. Проте багато бурових організацій зараз самостійно реконструюють установку і встановлюють буровий насос безпосередньо на раму автомашини (рис. 4.3) між дизельним двигуном та ротором, що робить її більш мобільною та прискорює

Рис. 4.2. Установка УРБ-3АМ

1- авто шасі МАЗ-500 А; 2- дизельний двигун; 3- паливний бак; 4- гідродомкрати підняття щогли; 5- щогла; 6- талевий блок; 7- вертлюг; 8- ротор; 9- гвинтові домкрати; 10- буровий насос; 11- контр привід; 12- масляний бак; 13- важелі управління; 14- лебідка; 15- коробка передач; 16- електрощит; 17- електрогенератор; 18- привід генератора; 19- рама



розвертання її на місцевості (рис.4.3). При цьому використовують більш коротку і, відповідно, більш надійну клиноремінну передачу (на фото насос можна бачити між буровиками за гідродомкратом і від нього йде шланг).



Рис. 4.3. Загальний вигляд установки УРБ-ЗАМ із встановленим буровим насосом

4.3. Буріння із зворотною промивкою

Роторне буріння із зворотною промивкою відрізняється тим, що свердловину промивають рідиною, яка поступає на забій між стінками свердловини і бурильними трубами. Зруйнована порода і промивна рідина підіймається із забою по трубах бурильної колони, і через гумовий рукав потрапляє у відстійник (рис. 4.4), де очищується від шламу, і, знову самопливом, направляється в затрубний простір свердловини. Рідина омиває долото, змішується із зруйнованою породою, всмоктується відцентровим чи водоструменевим насосом або ерліфтом, скидається знову у відстійник.

При цьому рівень води у свердловині повинен бути постійно на 3-4 м вище статичного рівня водоносного горизонту. Якщо від устя

свердловини до статичного рівня залягають нестійкі породи (піски, супіски), то цей інтервал закріплюють трубами.

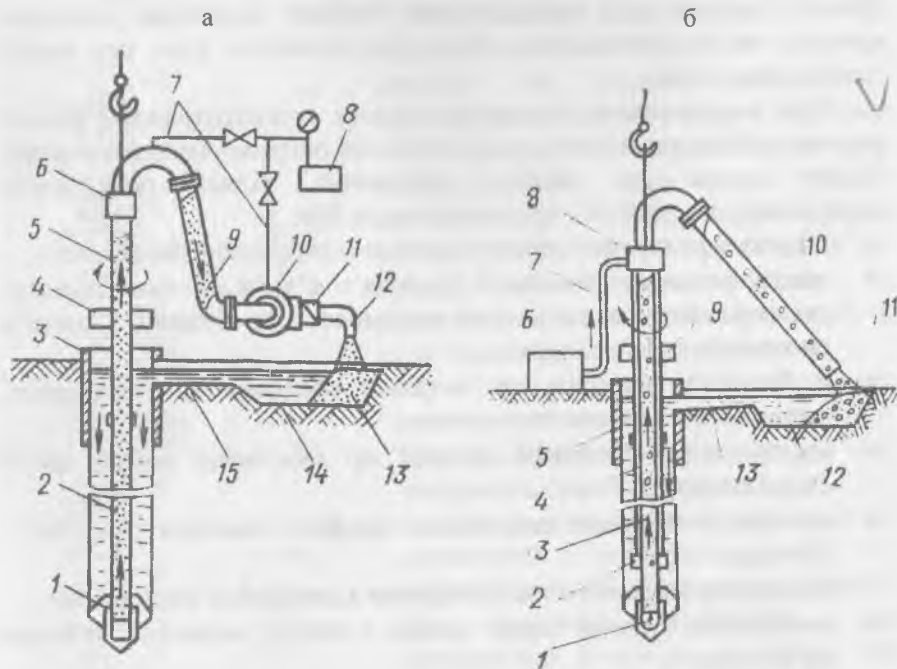


Рис. 4.4. Роторний спосіб буріння із зворотною промивкою

а – за допомогою відцентрового насосу:

1 – долото; 2 – бурильні труби; 3 – кондуктор; 4 – ротор; 5 – ведуча труба; 6 – вертлюг – сальник; 7 – шланги вакуумної системи; 8 – вакуумний насос; 9 – всмоктувальний шланг; 10 – відцентровий насос; 11 – зворотний клапан; 12 – шланг для скидання пульпи; 13 – шлам; 14 – відстійник; 15 – канал для підводу води у свердловину;

б – за допомогою ерліфта:

1 – долото; 2 – змішувач; 3 – бурильні труби; 4 – повітряно провідні труби; 5 – кондуктор; 6 – компресор; 7 – повітряно підвідний шланг; 8 – вертлюг- сальник; 9 – ротор; 10 – шланг для скидання пульпи; 11 – шлам; 12 – відстійник; 13 – канал для підводу води у свердловину

При заборі пульпи відцентровим насосом опір в бурильних трубах буде високий, а тому для забезпечення висоти всмоктування насоса потрібно використовувати труби із діаметром 150...200мм.

При заборі пульпи ерліфтом слід використовувати вертлюг – сальник спеціальної конструкції, яка забезпечує подачу повітря. В процесі буріння слід контролювати глибину занурення змішувача ерліфта, так як максимальна його продуктивність буде при певній глибині занурення.

При використанні для забору пульпи водоструменевих насосів ведуча труба складається з трьох труб, які обертаються одна в одній. Подачу води до насосу забезпечує відцентровий насос продуктивністю до $50 \text{ м}^3/\text{год}$ і напором до 80 м .

Переваги роторного способу буріння із зворотною промивкою:

- високі механічні швидкості буріння в м'яких і сипких породах, які перевищують аналогічні показники при бурінні з прямою промивкою в 1,5 – 2 рази;
- в більшості випадків не потрібно обсадних труб в верхів'ї свердловини і глинистого розчину;
- висока якість розкриття пласта, що забезпечує високі дебіти свердловини;
- можливість буріння свердловин великих діаметрів (до 1200 – 1500 мм).

Недоліки роторного способу буріння з зворотною промивкою:

- можливість буріння тільки м'яких і сипких пород I-IV категорії по буримості;
- можливість буріння, якщо рівень підземних вод знаходиться на глибині 3 м і більше;
- подачі в процесі буріння великої кількості води із безперервним заповненням водою свердловини до самого устя;
- складнощі при проходці сильно фільтруючих порід;
- можливості буріння практично в періоди розу з позитивними температурами

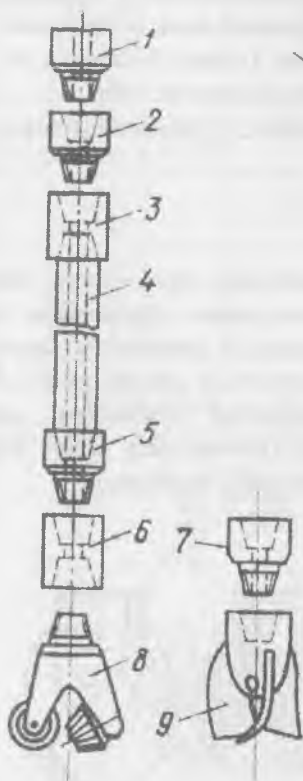
Роторний спосіб із зворотною промивкою водою здійснюється буровими установками типу 1БА15К, FA12, FA20, PA15, або модернізованими установками типу УРБ-3АМ, 1БА15В.

4.4. Буровий снаряд

Буровий снаряд (рис. 4.5.) складається з долота, обваженого низу, перехідника, бурильних труб (штанг), ведучої труби (ведучої штанги), квадратного або шестигранного перерізу.

Всі долота для роторного буріння підрозділяються на два типи:

- ріжучі (зрізують стружку) – лопатеві;
- дроблячи- шарошечні, в тому числі долота розширювачі.



Лопатеві долота (рис.4.6, 4.7) застосовують для буріння в м'яких і середніх по міцності породах з пропластками твердих порід. Найбільш часто при бурінні свердловин на воду використовують дво-, три – і шестилопатеві долота. Дволопатеві долота-риб'ячи хвіст являють собою дві лопаті, які об'єднані шийкою та різьбовою головкою. Лопаті загнуті в різні боки, характеризуються кутом

Рис. 4.5. Буровий снаряд для роторного способу буріння.

1 – приєднувальна різьба вертикального; 2 – перехідник; 3- перехідник верхній; 4 – ведуча труба; 5 – перехідник нижній; 6- перехідник муфтовий для шарошечних доліт; 7- перехідник для трилопатевого доліт; 8 – трилопатево долото; 9 – трилопатево долото.

загострення α (20...25 град.) та кутом різання β (70...85 град.) – рис.4.6. Між лопатями знаходиться промивочний отвір. В залежності від розташування отвору долота можуть бути з верхньою і нижньою промивкою. В долотах з верхньою промивкою отвір знаходиться безпосередньо під шийкою, в долотах з нижньою промивкою отвір спеціальною трубкою опускається ближче до леза. Другий тип складніший, але нижнє розташування сприяє кращій очистці забою та охолодженню долота. Долота риби́й хвіст достатньо швидко зношуються і відповідно зменшується якість і швидкість розробки. Промисловість випускає також дволопатеві долота з армуванням ріжучих крайок кусками твердих сплавів (рис.4.7.). Трилопатеві долота використовуються рідко, проте вони менше викривляють

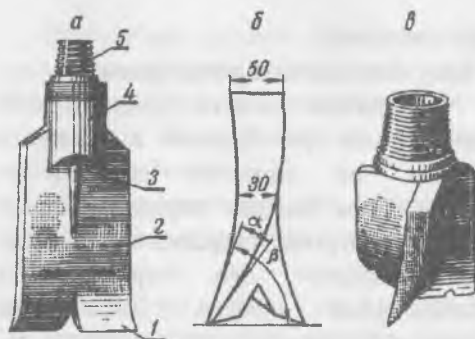


Рис. 4.6. Лопатеві долота
а- дволопатеве; б- профіль
заправки леза; в- трилопа-
теве; 1- лезо; 2- лопать; 3-
промивочний отвір; 4-
шийка; 5- різьбова головка

свердловину. Вони можуть бути із звичайною промивкою або гідромоніторною. В долотах з гідромоніторною промивкою в промивний отвір вставляється змінна насадка з діаметром сопла 10...16мм. Шестилопатеві долота використовуються зовсім рідко. В них три лопаті є робочими, а три укорочені призначені для калібрування діаметра свердловини. Різьбова головка всіх долот має кінцеву різьбу. Параметри лопатевих доліт наведені в таблиці 4.2.

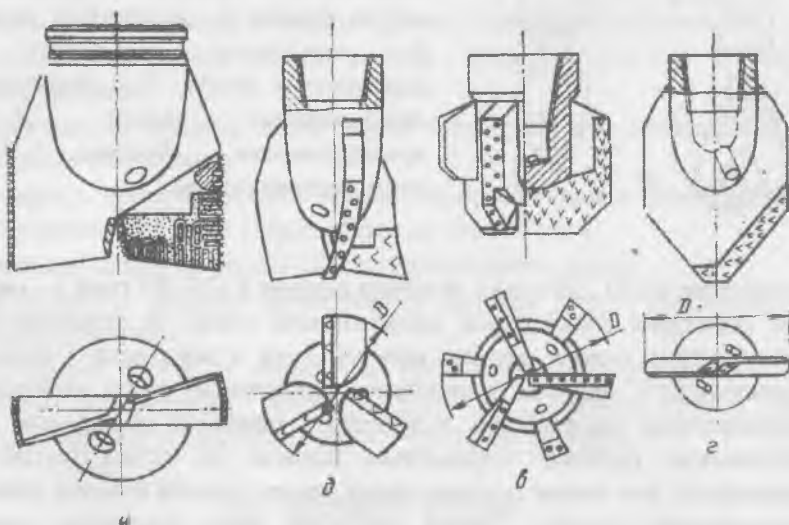


Рис. 4.7. Лопатеві долота з армуванням

а- дволопатеві; б – трилопатеві; в – шестилопатеві; г - пікоподібні

Таблиця 4.2.

Параметри дволопатевих і трилопатевих доліт

Долото	Діаметр, мм	Маса, кг
2Л – 76	76	2,0
2Л – 93	93	2,5
2Л – 112	112	3,0
2Л – 132	132	5,5
2Л – 161	161	7,5
3Л – 118	118	7,0
3Л – 132	132	8,5
3Л – 140	140	9,5
3Л – 161	161	11,0
3Л – 190	190	20,0

Шарошечні долота за кількістю шарошек підрозділяються на одно-, дво-, три – і багатшарошечні (рис. 4.8.).



Рис. 4.8. Тришарошечні долота
 а – загальний вид; б – секційні (1 – секція; 2- шарошка); в – корпусні (1- корпус; 2- лапа; 3 – шарошка)

Тришарошечні долота використовуються найчастіше і являють собою три лапи, в цапфах яких встановлені шарошки. Шарошки

випускаються із сферичною і клиноподібною породоруйнівною поверхнею, на якій є зуби (як правило твердосплавні). Шарошечні долота виготовляють декількох типів, кожний з яких призначений для буріння певних порід і має маркування для буріння порід відповідної твердості:

- М – м'яких і в'язких порід (глина, крейда, пісок);
- МС – м'яких порід з пропласками порід середньої твердості;
- С – порід середньої твердості: щільних глин, піщаників, вапняків середньої міцності, глинистих сланців;
- СТ – порід середньої твердості з пропласками твердих і абразивних піщаників;
- Т – твердих і міцних порід: доломітів, щільних вапняків, міцних сланців;
- К – міцних і дуже міцних порід з абразивними властивостями і кристалічних сланців.

В залежності від твердості порід зуби шарошечних доліт мають різну висоту та кут загострення, а також різне розташування на поверхні шарошки. Для буріння в м'яких і пластичних породах, зуби шарошок виконують великими, з малим кутом загострення і з великими відстанями між сусідніми зубами. Чим твердіша порода, тим менша повинна бути висота зубів в шарошці, більший кут загострення і менша відстань між зубами. Основні параметри шарошечних порід наведені в таблиці 4.3..

Таблиця 4.3.

Параметри дво – і тришарошечних доліт

Долото	Тип	Діаметр, мм	Маса, кг
Двошарошечні	М	151	8,7
Тришарошечні	С	97	3,7
Тришарошечні	Т	97	3,7
Тришарошечні	С	112	5,0
Тришарошечні	Т	112	5,7
Тришарошечні	С	118	5,7
Тришарошечні	К	112	6,5

За конструкцією корпусу тришарошечних долот поділяють на секційні та корпусні (рис. 4.8). Секційні (безкорпусні) долота зварюють із окремих секцій (лап), на яких розташовані шарошки.

Випускають секційні долота діаметрами від 97 до 320 мм. Корпусні долота виготовляють шляхом приварювання до сталевого литого корпусу лап з шарошками.. Виготовляють корпусні долота діаметром 394,445 і 490 мм. Шарошечні долота можуть бути з центральною або боковою гідромоніторною промивкою. В долотах з центральною промивкою потік промивної рідини подається на забій свердловини по центральному промивному каналу, а в долотах з гідромоніторною промивкою – через три бокових канали круглого перерізу, які розташовані в кожній лапі, і які направляють потік промивної рідини між шарошками.

Для перевірки циліндричності стовбура свердловини та її проробки, перед опусканням колони обсадних труб, використовують перевірочні долота (хрестові, плоскі, іноді пікоподібні).

Долота - розширювачі застосовують для збільшення діаметра окремих інтервалів стовбура свердловини перед опусканням колони обсадних труб, а також для створення ширшої зони в інтервалі водоносного горизонту під гравійну обсыпку фільтра. Вони можуть бути шарошечного, лопатевого і гідромоніторного типу (рис. 4.9)

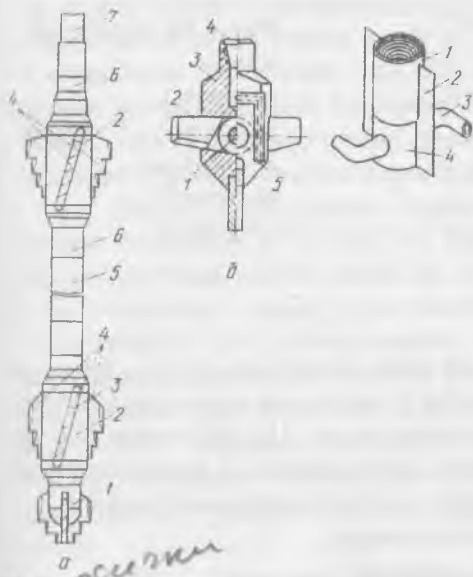


Рис. 4.9. Долота - розширювачі

а – ступінчасті лопатеві (1 – пілот долото; 2 – корпус розширювача; 3 – пази для встановлення лопатей; 4 – лопаті; 5 – обважені бурильні труби; 6 – замкове з'єднання; 7 – бурильні труби).

б – дволопатеві і нецільні розширювачі (1- палець шарніра; 2- лопать; 3 – корпус; 4 – приєднувальна різьба; 5 – промивний отвір.)

При бурінні свердловин на воду застосовують сталеві безшовні бурильні труби з висадженими кінцями, які виготовляють чотирьох типів (Рис 4.10):

- перший – з висадженими всередину кінцями і муфтами до них;
- другий – з висадженими ззовні кінцями і муфтами до них;
- третій – з висадженими всередину кінцями і конічною різьбовою;

- четвертий – з висадженими ззовні кінцями і конічною різьбою.

Бурильні труби з висадженими кінцями мають меншу міцність. Труби перших двох типів виготовляються з правою та лівою різьбами, труби третього та четвертого типів – тільки з правою різьбою. При бурінні використовуються труби з правою різьбою, а для аварійних робіт – з лівою. Найбільше використання знаходять труби діаметром 60, 73, 89мм та довжиною 6; 8; 11,5м. В колону бурильні труби з'єднують бурильними замками, які складаються з ніпеля та муфти.

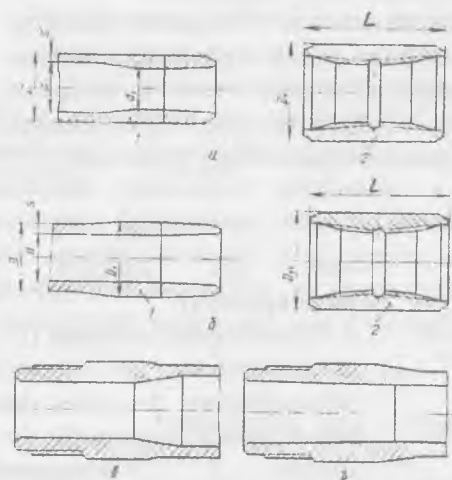


Рис.4.10. Бурильні труби

*а – тип 1;
б – тип 2; (1- труба;
2 – муфта)
в – тип 3;
г – тип 4*

Ніпель та муфта нагвинчуються на кінці бурильних труб з трубною різьбою (рис. 4.11). Між собою вони з'єднуються замковою різьбою, яка є більш крупною і з більшою конусністю. Це забезпечує більшу герметичність з'єднання та швидке згвинчування і розгвинчування замка. В залежності від діаметра прохідного отвору замки бувають:

- ЗН- з нормальним прохідним отвором;
- ЗШ- з широким прохідним отвором;
- ЗУ- з збільшеним прохідним отвором.

Замки ЗН використовуються для труб з висадженими всередину кінцями, ЗШ та ЗУ – для труб з висадженими всередину і ззовні кінцями.

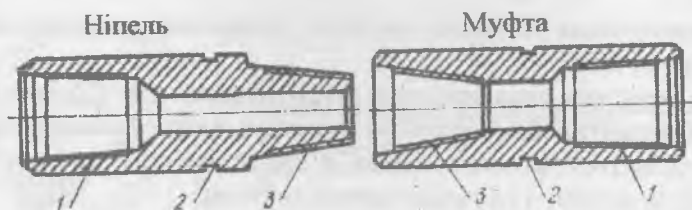


Рис. 4.11. Бурильний замок

1- різьба трубна; 2- пасок для маркування; 3- різьба замкова

12 [Для підвищення жорсткості бурильної колони і збільшення маси її нижньої частини, з метою створення достатнього осьового навантаження на долото, використовують обважені бурильні труби, які випускають двох типів – наддолотні, з внутрішньою замковою різьбою на обох кінцях, і проміжні, з внутрішньою замковою різьбою на одному кінці і зовнішньою на іншому. Обважені бурильні труби мають більш товсті стінки, можуть бути гладкими по всій довжині або з конусними проточками для більш надійного захвату при спуско-піднімальних операціях. Їх діаметр може бути 73, 89, 95, 108, 146, 178, 203мм, при бурильних трубах діаметром 73 та 89мм використовують звичайно обважені бурильні труби діаметром 146 рідше 178 і 203мм.

Ведучі труби мають сторону квадрата 60, 80, 112мм, проте бурові установки УРБ ЗАМ та ІБА15В комплектуються трубами з квадратом 80мм. Труби мають на верхньому кінці ліву замкову різьбу, а на нижньому – праву. Для запобігання різьби від руйнування при згинчуванні та розгвинчуванні на обидва кінці нагвинчують перевідники, відповідно з лівою різьбою на верх та з правою на низ. Перевідники для бурильних колон використовуються для з'єднання між собою окремих елементів бурильної колони і приєднання породоруйнівного інструмента з різними різьбами. Перевідники випускають (трохи нагадують елементи замкового з'єднання) трьох типів:

- перехідні ППІ.- з внутрішньою різьбою на одному кінці та зовнішньою різьбою на іншому;

- муфтові ПМ – з внутрішньою замковою різьбою на обох кінцях;

- ніпельні ПН – із зовнішньою замковою різьбою на обох кінцях.

На перевідниках з лівою різьбою додатково проточується пасок завширшки 5мм.

Вертлюг- сальник (рис.4.12) служить для з'єднання ведучої труби (квадрата), яка обертається, з нерухомим гумовим шлангом, по якому подається промивна рідина, а також для підвішування бурового снаряду за штроп- 4 на гачок талевої системи.

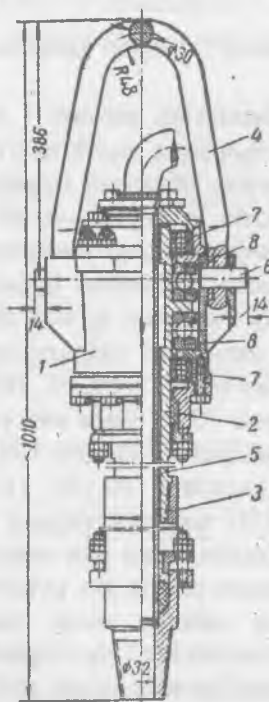


Рис. 4.12. Вертлюг – сальник

1- корпус вертлюга; 2- шпindelь; 3- корпус сальника; 4- штроп; 5- грязьова труба; 6- палець; 7- шпindelь, який обертається; 8- опірний підшипник

До низу нагвинчується перевідник ведучої труби. При бурінні використовуються вертлюги- сальники марки ВР-3-20 вантажопідємності 20т та розмірами 392 x388 x1465мм та марки БУ-50Бр вантажопідємності 50т та розмірами 400 x645 x1815мм.

Для згвинчування та розгвинчування замкових з'єднань використовуються ручні одно- або двохарнірні ключі (рис. 4.14).

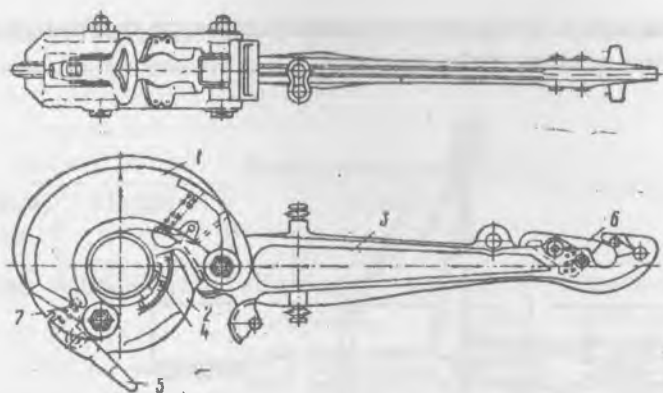


Рис. 4.13. Машинний ключ для бурильних труб

1- корпус; 2- захват; 3- рукоять; 4- сухарі; 5- автоматична клямка; 6- запобіжник; 7- пружина

Допоміжний інструмент застосовують при опусканні і підйомі бурильних і обсадних труб. Найбільш широко використовують зварні елеватори. (рис. 4.14.)

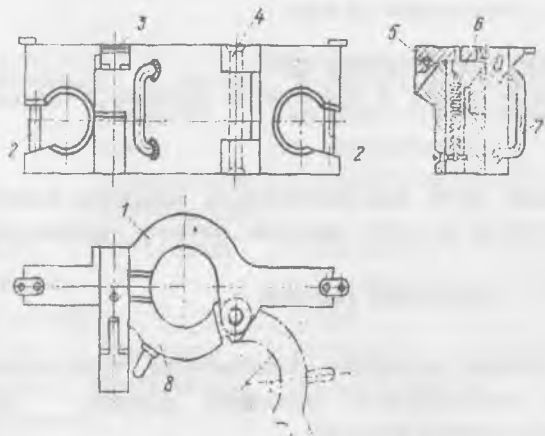


Рис. 4.14.

Елеватор

1 – корпус; 2 – штири; 3 – запірний пристрій; 4 – палець шарніра; 5 – вісь запірної пристрою; 6 – пружина запірної пристрою; 7 – ручка; 8- стулка.

Елеватори опускають і піднімають бурильні труби, а також підтримують їх у підвішеному стані при згвинчуванні і розгвинчуванні. Елеватор встановлюють на столі ротора і, відкриваючи за допомогою ручки стулку -8, підхоплюють бурильну трубу під муфту або ніпель замка. Стулку закривають, а запірний пристрій виключає самовільне розгвинчування елеватора при спуско - підйомних операцій. Бурові

самохідні установки комплектуються елеваторами для бурильних труб діаметром 73 мм, вантажопідйомністю 20 т.

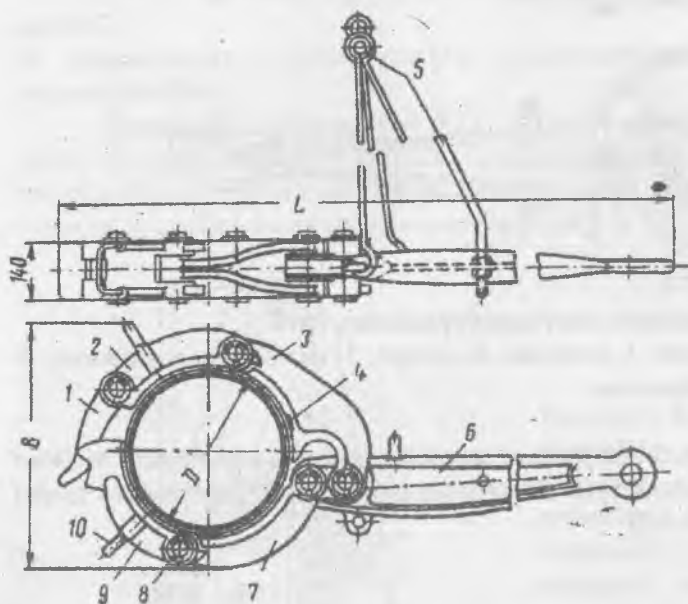


Рис. 4. 15. Машинний ключ для обсадних труб

1- клямка; 2,3, 7, 9- щелети; 4- сухарі; 5- підвіска; 6- рукоять; 8- пальці шарнірів; 10- ручки

Для згвинчування обсадних труб використовують машинні ключі (рис.4.15). Замість цих ключів можуть використовувати ланцюгові ключі.

4.5. Промивні рідини

198 При бурінні свердловин роторним, колонковим, турбінним, електричним способами застосовують промивні рідини, які виконують такі основні технологічні функції:

- запобігають руйнуванню стінок свердловини в нестійких породах;
- транспортують зруйновану породу із забою на поверхню;
- охолоджують долото.

В якості промивних рідин в основному застосовують технічну воду, глинисті, крейдянні, сольові і аеровані розчини, а також природні

розчини, що утворюються в процесі буріння. В таблиці 4.4 наведені основні види промивних рідин, їх переваги і недоліки.

Таблиця 4.4

Види промивних рідин

Промивна рідина	Породи	Переваги	Недоліки
Технічна вода	Щільні стійкі	Підвищує механічну швидкість буріння; зменшує знос доліт, бурових труб, насо-сів; забезпечує ефективність освоєння водоносних горизонтів	Розмивають сипкі і не-стійкі породи; викликають обвали стінок і прихоплення бурового снаряда; при зупинці буріння необхідно підливати воду у свердловину
Глинистий	Слабо-зв'язані сипкі, зруйновані	Запобігають від розмиву стінки свердловини і руйнуванню; створюють підвищений гідростатичний тиск в свердловині.	Кольматують породи водоносних горизонтів, понижують їх водовіддачу; викликають необхідність проведення робіт по розлинізації водоносних горизонтів
Аерований	З низько-напруженими водоносними горизонтами	Знімають гідростатичний тиск стовба рідини в свердловині і не проникають у пласти.	Використання спеціальних аерованих реагентів
Водні, мінеральних солей	Мерзлі	Можливість буріння при низьких температурах	Корозія обладнання
Розгадаючий крохмальний	Тонкозернисті піски	Зберігають водопро-никність пласта	Не допускаються тривкі перерви при бурінні
Крейдяний	Теж	Швидке розчинення корки в розчині соляної кислоти	Використання розчину соляної кислоти

Найбільш широке застосування в практиці буріння знайшли глинисті розчини. Для приготування глинистих розчинів

використовують бентонітові глини, що вміщують у великій кількості матеріал монтмолоніт, каолінові і гідролудисто-каолінітові глини, складені в основному з каолініту і каолінізованих гідролуд. Глинисті розчини володіють такою властивістю як тіксотропія (утворення і руйнування просторової структури). Тіксотропні властивості глинистих розчинів мають велике практичне значення. З припиненням циркуляції промивної рідини в свердловині глинистий розчин загусає і частинки зруйнованої породи, які містяться в ньому, залишаються тривкий час у зваженому стані (не осідають на забій). Для відновлення циркуляції промивної рідини бурильну колону приводять у обертання і загущений розчин швидко переходить в рідкий стан. До важливих особливостей глинистих розчинів відносять також здібність утворювати на стінках свердловини тонку, щільну і достатньо міцну глинисту корку, яка знижує можливість руйнування свердловини і дозволяє бурити великий шар порід без закріплення обсадними трубами. Одночасно глиниста корка зменшує фільтраційні втрати рідкої фази розчину, чим запобігає намочуванню набухаючих порід (гіпс) і звуження внаслідок цього, стовбура свердловини.

Для приготування глинистого розчину потрібна велика кількість води, яку слід доставляти в бочках або в водовозках (рис. 4.16). При цьому проходимість водовозок повинна бути високою через те, що вони повинні просуватись по нерівній місцевості, в складних погодних умовах. На рис. 4.16 цистерна змонтована на шасі



Рис. 4.16.
Водовозка для
приготування
глинистого
розчину

автомобіля „Урал”. Вдovж цистерни встановлюються спеціальні ящики для перевезення бурового інструмента.

Для отримання необхідної якості промивної рідини глинисті розчини обробляють хімічними реагентами. Розрізняють первинну і

вторинну хімічну обробку. При первинній обробці розчину надають властивості, які необхідні для буріння в конкретних умовах, а при вторинній – відновлюють властивості, які втратили при бурінні.

Хімічні реагенти підрозділяються на реагенти – електроліти (кальцинована вапно і каустична сода, рідке скло, виварена сіль) і захисні колоїди (вугле- і торфолужні реагенти, сульфїтоспиртова барда та ін.).

Кальцинована сода (вуглекислий натрій) – це білий порошок, який вводиться в глинистий розчин у вигляді водного розчину. При малих концентраціях зменшує водовіддачу і товщину глинистої корки, при збільшенні концентрації підвищує в'язкість і міцність структури розчину.

Каустична сода (їдкий натр) – щільна тверда речовина білого кольору із зеленуватим відтінком, яка водиться в глинистий розчин у вигляді водного розчину. Діє на глинистий розчин так само як і кальцинована сода.

Рідке скло – колоїдний розчин силікату натрію, в'язка рідина жовтого кольору, яка підвищує в'язкість і густину глинистого розчину.

Вуглелужний реагент – порошок, паста або рідина, які можуть вводиться як в сухому, рідкому так і в концентрованому вигляді в глинистий розчин. Знижує водовіддачу і в'язкість, підвищує стабільність глинистих розчинів. Ефективне застосування в комбінації з деякими реагентами (кальцинована сода, рідке скло).

Торфолужний реагент – знижує водовіддачу, підвищує стабільність глинистих розчинів але в'язкість глинистих розчинів більше ніж при веденні вуглелужного реагенту.

Сульфїтоспиртова барда – знижує водовіддачу глинистого розчину при забрудненні його мінеральними водами або при бурінні порід, які містять розчинні солі.

Щоб збільшити густину глинистих розчинів, до них добавляють уважувачі – тонко помелані порошки важких мінералів та інших речовин з високою густиною – барит, магнетит.

Придатність глини для приготування розчину, встановлюють шляхом виготовлення з відібраного зразку невеликої кількості розчину, з наступним дослідженням його основних властивостей. В польових умовах для визначення основних властивостей глинистих розчинів застосовують пересувні лабораторії ЛГР – 3, що дозволяють визначити такі параметри, як: густина, в'язкість, вміст піску,

водовіддачу. Якість глинистого розчину контролюють в процесі буріння свердловини, для чого в нормальних умовах відбирають проби не рідше, ніж 2 рази на зміну, а в складних умовах – через кожні 2 години і частіше.

Склад лабораторії ЛГР – 3 входять (табл. 4.5.) аерометр гідростатичний АГ-1; стандартний польовий віскозиметр СПВ-5; відстійник ОМ-2; прилад для визначення водовіддачі ВМ-6 (рис. 4.17).

Таблиця 4.5.

Прилади для вимірювання параметрів глинистих розчинів

Параметри розчину	Тип і марка приладу	Параметри нормальних розчинів
Густина, г/см ³	Аерометр АГ-1, АГ-2	1,05...1,30
В'язкість, с	Віскозиметр СПВ-5	18...35
Водовіддача, см ³ /30хв	ВМ-6	Не більше 25
Вміст піщаних частинок, %	Відстійник ОМ-1, ОМ-2	Не більше 4

Густина глинистого розчину характеризує концентрацію глини в розчині і дає можливість визначити гідростатичний тиск промивної рідини на стінки свердловини. Нормальний глинистий розчин повинен мати густину 1,05...1,3 г/см³. Аерометр АГ-2 має ліву шкалу для виміру густини від 0.9 до 1.7, та праву – від 1.6 до 2.4 г/см³ із заміром при знятому з'ємному вантажі. Щоб визначити густину аерометром знімають поплавок, стакан заповнюють до контрольних отворів глинистим розчином, прикріплюють поплавок із допомогою двох штифтів, заглиблюють його у відро з чистою прісною водою і по шкалі знімають відлік.

В'язкість – це опір руху рідини, величина якого залежить від тертя між шарами рідини. В'язкість глинистих розчинів умовно вимірюють часом (в секундах) витікання визначеної кількості розчину через калібровану трубку відповідного діаметра (5мм). Прилад для визначення в'язкості називається віскозиметром. В ньому мірна кружка розділена перегородкою на два об'єми – 200 та 500см³. Для заміру в'язкості пальцем закривають отвір в трубці, наливають в лійку через сітку глинистий розчин кружкою 500 та 200см³, підставляють

під отвір кружку з об'ємом 500см^3 і вимірюють час її наповнення в секундах.

Домішки піску та інших крупних частинок знижують якість глинистого розчину, зменшують потенційну властивість глинистого розчину до виносу зруйнованої породи, стабільність розчину і підвищують знос деталей насоса, вертлюга – сальника і шлангів. Велика кількість піску в глинистому розчині є причиною прихвату бурового інструмента. Вміст піску визначається в процентах.

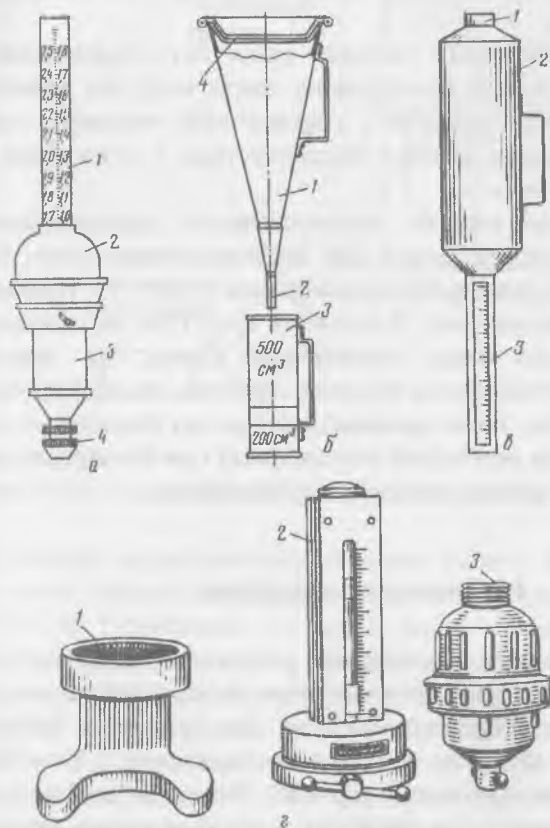


Рис 4.17. Прилади для контролю глинистого розчину
 а – аерометр АГ-2 (1 – шкала; 2 – поплавок; 3 – стакан; 4 – з'ємний вантаж);
 б – стандартний польовий віскозиметр СПВ-5 з мірною кружкою (1 – воронка; 2 – насадок; 3 – мірна кружка 4-сітка);
 в – відстійник ОМ-2 (1 – стаканчик ємністю 50см^3 ; 2 – металевий циліндр ємністю 500см^3 ; 3 – скляна мензурка); г – прилад для визначення водовіддіачі ВМ – 6 (1 – кронштейн; 2 – вузол напірного циліндра; 3 – фільтраційний стакан

Вміст піску визначають із допомогою відстійника ОМ-2. Стаканчиком на 50см^3 наливають глинистий розчин, а потім 450см^3 чистої води до

рівня отворів у відстійнику. Потім закривають відстійник кришкою, енергійно струшують, підвищують вертикально і через хвилину по поділкам мензурки визначають об'єм піску, подвоєний об'єм дає значення вмісту піску в розчині.

Водовіддача характеризує властивість глинистого розчину віддавати, при підвищеному тиску, рідку фазу (воду) в сипкій пористій породі, створюючи на їх поверхні тонку щільну корку. Показник водовіддачі визначають кількістю фільтрату (см^3), який виділився із розчину об'ємом 100см^3 в фільтраційному стаканчику приладу ВМ-6 під надлишковим тиском в 1Па за 30 хвилин через фільтр діаметром 75 мм.

Приготування глинистого розчину може бути гідравлічне і механічне. При гідравлічному приготуванні чиста вода під великим тиском подається буровим насосом в гідравлічний змішувач, куди одночасно засипається суха глина, перемішується і зливається у відстійник.

При механічному способі використовують глиномішалки. Вони можуть бути горизонтальними або вертикальними, одно- або двох вальними, найбільш поширені глиномішалки ГМЕ-0.75. Привід в такій глиномішалці- електричний. В місткість на 0.75м^3 на половину або третина заливається вода, засипається глина, на протязі 30...35хвилин перемішується двома валами з лаптями, які обертаються в протилежних напрямках, потім доливається вода до повного об'єму або доведення розчину до необхідної концентрації при безперервному перемішуванні. Готовий розчин зливається у відстійник.

4.6. Технологія буріння

Перед встановленням і монтажем установки планується та розчищується майданчик, який повинен бути на відстані не менше 30м від будівель доріг, ліній електропередач. Для установки 1БА15В майданчик має розміри 15 x 20м, а для інших установок – 10 x 20м. Майданчик обладнується відповідно рис.4.18. По кутам майданчика відриваються ями глибиною 1.2м під якоря. В ями закопують якоря – металеві стержні або дерев'яні бруси, до яких після встановлення щогли закріплюють розтяжки. Схема розташування бурової



127

цього відривають приймальну ємкість розмірами 2 х 2 або 2 х 3м, глибиною 1.5м, один чи два відстійники розмірами 1 х 1м та глибиною 1м. З гирлом свердловини ємність і відстійник з'єднують жолобами з невеликим ухилом. Жолобами можуть бути рівчаки шириною 40...60см, глибиною 25...35см, спеціальні дерев'яні або металеві короби.

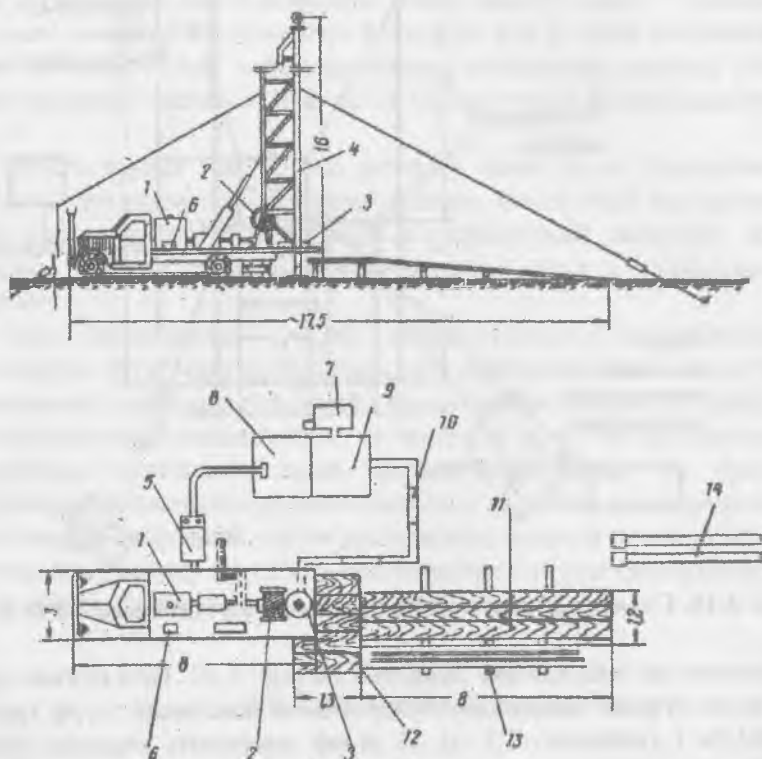


Рис. 4.19. Схема розміщення установки УРБ- 3АМ на майданчику
 1- двигун на шасі автомобіля; 2 – лебідка; 3- ротор; 4- щогла; 5- буровий насос; 6- генератор; 7- глиномішалка; 8 – приймальна ємкість; 9 – відстійник; 10- жолобчаста система; 11- приймальний місток; 12- робочий майданчик; 13- бурильні труби; 14- обсадні труби

Порядок монтажу установки такий. Перед монтажем установки її заземлюють, запускають дизельний двигун та

перевіряють його роботу на холостому ходу. При нормальній приступають до монтажу щогли. Для цього від'єднують частини від нижніх, зводять їх, надійно закріплюють бо закріплюють полаті, драбини, розтяжки, підіймають гідравлічними домкратами. Після підняття щогли вигвинчують домкрати під ноги (рис. 4. 20). Домкрати опираються на дерев'яні підкладки, зачіплюють хомутами ноги щогли до рами установки і закріплюють розтяжки, встановлюють буровий насос та глиномішалку. Демонтаж установки проводиться в зворотному порядку.



Рис.4.20. Встановлення гвинтових домкратів під передню щоглу і жолобчаста система

Забурювання свердловини проводять з мінімальною швидкістю обертів та обмеженим осьовим тиском, витрати промислових рідин встановлюються 1...1.5л/с

Процес буріння свердловини роторним способом складається із спуска бурового снаряду, механічного буріння, нарощування бурового снаряду, промивки свердловини перед підйомом бурового снаряду підйом бурового снаряду і заміни породоруйнівного інструмента (долота) в таблиці 4.6. наведені основні виробничі показники процесу буріння.

Таблиця 4.6.

Основні виробничі показники буріння свердловин

Показники	Характеристика
Механічна швидкість (бури- мість гірських порід), м/год	Величина заглиблення породоруйнівного інструмента (долота) за 1 годину чистого буріння при певному технологічному режимі, характеризує інтенсивність руйнування гірських порід Використовується для оцінки ефективності застосування різних типів доліт і режимів буріння
Рейсова швидкість, м/год	Величина заглиблення свердловини за одну годину буріння з врахуванням спуско – підйомних операцій. Характеризує ефективність буріння свердловин
Технічна швидкість, м/місяць	Кількість метрів свердловини пробурених на протязі місяця однією установкою з врахуванням всіх робіт, пов'язаних з спорудженням свердловини (кріплення, каротаж та ін.) Характеризує ефективність роботи бурової бригади по спорудженню свердловин.
Комерційна швидкість, м/місяць	Кількість метрів, які пробурені на протязі місяця однією установкою з врахуванням виробничих і невиробничих витрат часу на спорудження свердловини
Заглиблення за рейс, м	Величина заглиблення свердловини в процесі буріння від моменту встановлення долота на забій до його підйому із свердловини

Буровий снаряд опускають в свердловину таким чином. Спочатку опускають долото з однією або декількома обваженими трубами, за ними – колону бурильних труб. Потім встановлюють її на елеватор, знімають штрони з елеватора і з'єднують з їх допомогою

галевий блок із вертлог - сальником. Припіднімають ведучу трубу, пропускають її через отвір ротора і нагвинчують на спущену бурильну колону труб. Включають буровий насос і опускають буровий снаряд, який обертається, на забій. Після заглиблення стовбура свердловини на довжину робочої частини ведучої труби (на довжину бурильної труби), наросшують буровий снаряд. Буріння ведуть до тих пір поки механічна швидкість заглиблення бурового снаряду не починає різко зменшуватись внаслідок зносу долота. Буріння починають при малих швидкостях обертання ротора, поступово її збільшуючи. Одночасно з включенням ротору включають промивний насос. Якщо буріння по якимось причинам припиняється, необхідно, для уникнення прихвату долота осідаючим шламом, підняти снаряд над забоем на висоту робочої труби, не припиняючи подачу води в свердловину.

Режим буріння – найбільш ефективне поєднання параметрів, які визначають швидкості і якісні показники буріння. До параметрів технологічного режиму буріння відносяться:

- осьове навантаження на долото – це сила яка створюється масою бурового снаряду і прикладена по його осі до долота;
- питоме навантаження на породоруйнівний інструмент (долото) – це осьове навантаження, яке припадає на 1 см діаметра долота;
- частота обертання бурового снаряду – число обертів бурового снаряду за секунду;
- витрати промивної рідини – це кількість промивної рідини, л/с, яка подається на забій свердловини.

Буріння виконується при двох різних режимах подачі долота:

- осьове навантаження постійне ($P_{oc} = Const$), питомий тиск не постійний ($P_{nm} \neq Const$);
- питомий тиск постійний ($P_{nm} = Const$), а осьовий тиск не постійний ($P_{oc} \neq Const$).

Осьове навантаження на долото можливо створювати за рахунок обваженого низу, підбираючи його висоту H , м із розрахунку

$$H = K_1 \cdot D \cdot P / B \cdot K_2, \quad (4.1)$$

де D – діаметр шарошочного долота мм;

P – необхідний тиск на 1 см діаметра в кг;

B – маса одного метра обваженого низу, кг;

$K_1 = 1,2$ – коефіцієнт, який враховує втрати маси труби в розчині;

$K_2 = 1,3$ – коефіцієнт, який враховує додаткову масу труби за рахунок робочих труб.

Витрати промивної рідини для виносу розбуреної породи і очисці забою свердловини при бурінні, залежать від гідравлічної крупності шлам. Нормальна продуктивність насоса, яка забезпечує прийнятну швидкість висхідного потоку в затрубному просторі (V більше 0,25...0.5 м/с), може бути підрахована за формулою

$$Q = 0.785 (D^2 - D_n^2) \cdot V, \quad (4.2)$$

де D – діаметр свердловини, м;

D_n – зовнішній діаметр бурильних труб, м;

V – необхідна швидкість висхідного потоку, м/с.

Осьове навантаження і кількість обертів долота призначається в залежності від породи:

- в зв'язаних та напівзв'язаних (глини, суглинки, мергелі, крейда) породах, які характеризуються великою в'язкістю та пластичністю, осьове навантаження приймається 150...200 кг на 1 см діаметра для шарошечних доліт та 40...50 – для доліт риб'ячий хвіст, частота обертання бурового снаряду $n = 130...175$ об/хв ; в якості промивної рідини можуть використовувати воду, в породах, що набухають, використовують глинисті розчини з малою водовіддачею, швидкість промивки збільшується до 1 м/с (можлива установка додаткового бурового насоса), осьове навантаження залежить від ступені вологості порід

- в сипких породах (пісок, гравій, галечник) осьове навантаження приймається 70...150 кг на 1 см діаметра для шарошечних доліт та 50...75 – для доліт риб'ячий хвіст, частота обертання бурового снаряду $n = 150...200$ об/хв для шарошечних доліт, $n = 100...150$ об/хв. для доліт риб'ячий хвіст; середня швидкість промивки- 0.4...0.6 м/с; глинистий розчин приймається

1. з густиною 1.18...1.22 г/ см³, в'язкістю 25...28 с, водовіддачею 10...15 см³, вміст піску не більше 4% при проходці сухих пісків або пісків з водою не питної якості для можливості утворення щільної кірки,
2. густиною 1.2...1.25 г/ см³, в'язкістю 25...30 с, водовіддачею 5...15 см³, вміст піску не більше 3% при проходці водоносних шарів з дрібно та середньозернистих пісків,
3. густиною 1.05...1.15 г/ см³, в'язкістю 20...21 с, водовіддачею 10 см³ при проходці водоносних горизонтів із слабким гідростатичним напором;

• скельні (піщаники, вапняки, доломіти, сланці), які характеризуються значною міцністю (монолітні та тріщинуваті), швидкість обертання бурового снаряда $n = 150 \dots 200$ об/хв., осьове навантаження приймається $250 \dots 400$ кг на 1 см діаметра долота; в міцних абразивних породах кількість обертів слід зменшувати $n = 65 \dots 190$ об/хв., а осьове навантаження – збільшувати; в неабразивних – навпаки; середня швидкість промивки приймається $0.6 \dots 0.8$ м/с при промивці водою та $0.4 \dots 0.6$ м/с при промивці глинистим розчином; водоносні горизонти в стійких породах

1. з крупною тріщинуватістю проходять з промивкою водою, при цьому може спостерігатись навіть повне поглинання води;
2. з дрібною тріщинуватістю (вапняки, доломіти) – з глинистим розчином густиною $1.1 \dots 1.15$ г/см³, водовіддачею $5 \dots 15$ см³, вміст піску не більше 3%.

Буріння свердловин роторним способом із зворотною промивкою використовується при необхідності отримання свердловини великого діаметра (до 1500 мм) в сипких та м'яких породах. Крім перелічених установок роторного буріння можуть використовуватись модернізовані установки ударно- канатного способу буріння із встановленою додатково невеличкою роторною приставкою (рис. 4.21). Для приводу ротора на головному валу станка встановлюється додаткова шестерня та муфта, які через ланцюгову передачу забезпечують його обертання. Такий станок дає можливість бурити ударно – канатним способом в твердих породах та роторним- в м'яких породах. Забурювання свердловини проводиться, звичайно, ударно – канатним або шнековим способом. Для буріння із зворотною промивкою використовуються шнеки для забурювання, три- або чотирьохгірі, шарошечні долота, в тому числі семи шарошечні, долото Зубліна (рис. 4.22). Вертлюг – сальник, ведуча труба бурильні труби приймаються діаметром 219 мм. Бурильні труби з'єднуються за допомогою фланців, які мають чотири напрямні шпилька і чотири болти з гайками. В комплект вертлюга- сальника входить спеціальний пристрій для подачі повітря по двом боковим трубкам. Буріння може проводитись в місцевостях, де рівень ґрунтових вод не вище за 3 м від поверхні. При забурюванні свердловини в сипких ґрунтах слід встановлювати кондуктор довжиною $4 \dots 5$ м, в щільних зв'язаних породах при глибині свердловини $25 \dots 39$ м кондуктор можна не встановлювати. Забурювання краще проводити шнеком всуху, з прямою промивкою глинистим розчином ударним способом так як

нормальне буріння починається тільки з глибини 8...10м при видаленні пульпи ерліфтом. При бурінні повинна бути забезпечена безперервна подача води в

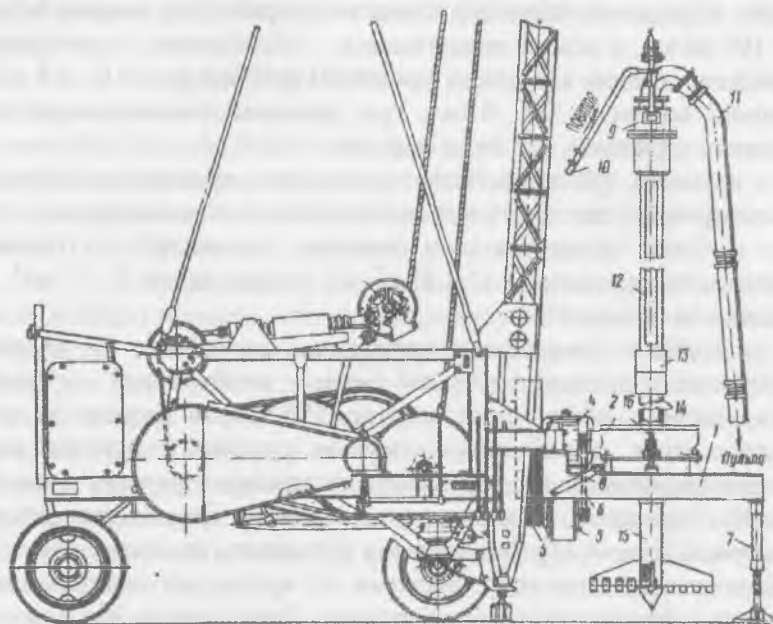


Рис. 4.21. Модернізований ударно- канатний станок з роторною приставкою

1 - рама приставки; 2 - ротор; 3 - редуктор; 4 - електродвигун на 12квт; 5 - клиноременная передача; 6 - ланцюгова передача; 7 - опірний домкрат; 8 - рукоятка включення ротора; 9 - вертлюг; 10 - рукав подачі повітря; 11 - рукав викиду пульпи; 12 - квадрат; 13 - замок; 14 - секція бурильних труб; 15 - долото; 16 - тросова напрямна

свердловину. Вода може подаватись з поруч розташованого колодязя, каналу. Відстійник для скиду пульпи повинен розраховуватись на тричотири об'єми свердловини. Поглинання води при бурінні велике і складає для

- глин, суглинків, супісків - 0.1...0.2л/с;
- дрібнозернистих глинистих пісків - 0.5...2 л/с;

Тому слід передбачати встановлення додаткового резервного насоса з подачею води з водойми або іншої свердловини. При бурінні з відкачуванням пульпи ерліфтом витримується такий режим:

- кількість обертів ротора 20...50 об/хв.;
- витрати повітря – до 5 м³/хв.;
- тиск на манометрі ресивера компресора – 0.3...0.4 МПа;
- внутрішні повітряпроводні труби нарощуються до глибини 30...65 м при глибині свердловини до 130...150 м;
- періодично буровий інструмент слід підіймати над забоем на 2...3 м і декілька разів включати та виключати подачу повітря;
- в пухких породах не можна зупиняти долото на одному рівні не виключаючи ерліфта, так як можуть обвалитися стінки;
- при бурінні в пухких породах діаметр свердловини стає на 20...40% більшим за діаметр долота і це слід враховувати при влаштуванні гравійних фільтрів.

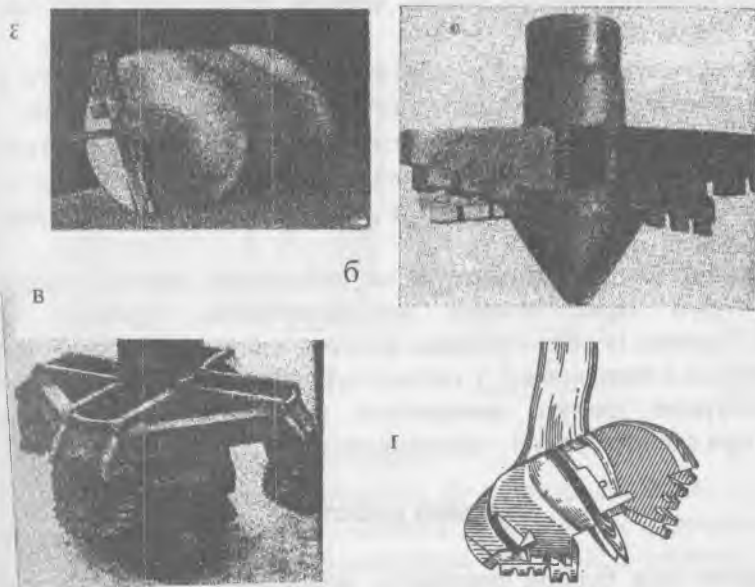


Рис. 4.22. Долота для роторного буріння із зворотною промивкою

а – шнек для забурювання; б-чотирьох пер долото; в – семи шарошечне долото; г – долото Зубліна

Швидкість буріння із зворотною промивкою вища, ніж при прямій промивці. Бурити слід в три зміни. Кондуктор слід встановлювати дуже надійно, щоб запобігти прориву води в свердловину.

Важливим при бурінні з будь-яким способом промивки є слідкування за викривленням свердловини. Викривлені свердловини сприяють аваріям з бурильними трубами, ускладнюються спуско-підйомні операції, погіршується якість цементування. За технологічними умовами допускається викривлення не більше одного градуса на 100м глибини. Для забезпечення вертикальності слід:

- при монтажу установки перевіряти горизонтальність ротора, соосність крон блока, отвору ротора, центра напямної труби;
- напямна труба повинна бути встановлена суворо вертикально і відповідно закріплена;
- забурювання проводиться на малих обертах;
- притримуватись правильного режиму буріння;
- вага обваженого низу повинна бути на 25% більшою за максимальне навантаження на долото, довжина обваженого низу – не менше 12м, краще 20...30м;
- при чергуванні м'яких і твердих порід буріння проводити з пониженим осьовим навантаженням і зменшеною кількістю обертів;
- при діаметрі долота в три- чотири рази більшому за діаметр бурильної труби над долотом встановлюється центратор або ліхтар із обсадної труби, яка на 100мм менша за діаметр долота і має довжину 6...8м.

Для зменшення витрат енергії на обертання довгої колони бурильних труб зараз починає впроваджуватись турбінне та електричне буріння. В обох випадках долото з'єднується з двигуном, які опускаються в свердловину у вигляді турбобура або електробура. При турбобурінні двигун приводиться в обертоти промивочною рідиною, а при електробурінні – електродвигуном.

4.7. Аварійні роботи

Аварією при бурінні називають непередбачене припинення заглиблення свердловини, яке викликане порушенням стану самої свердловини, або бурового снаряду, який знаходиться в ній. Аварії уповільнюють темпи робіт, знижують продуктивність і збільшують вартість свердловини. При великих аваріях свердловину перебурюють.

Аварії, які виникають при роторному бурінні, можуть бути викликані такими причинами: геологічними (обвал стінок свердловини в нестійких породах, сильна закарстованість і тріщинуватість порід, зустріч пливунів з великим напором); технічними (використання несправного або зношеного обладнання і бурового інструмента, аварії з бурильними трубами); технологічними (порушення правил технології буріння, невірний вибір режиму буріння).

Аварійний (ловильний) інструмент для вилучення бурильних, колонкових і обсадних труб із свердловин при їх обриві представляють ловильні метчики та колокола. Метчики можуть бути універсальними і спеціальними (рис. 4.23). Універсальні метчики служать для захвату обірваних бурильних труб, а спеціальні – для захвату бурильних труб за муфтову або замкову різьбу. При обриві

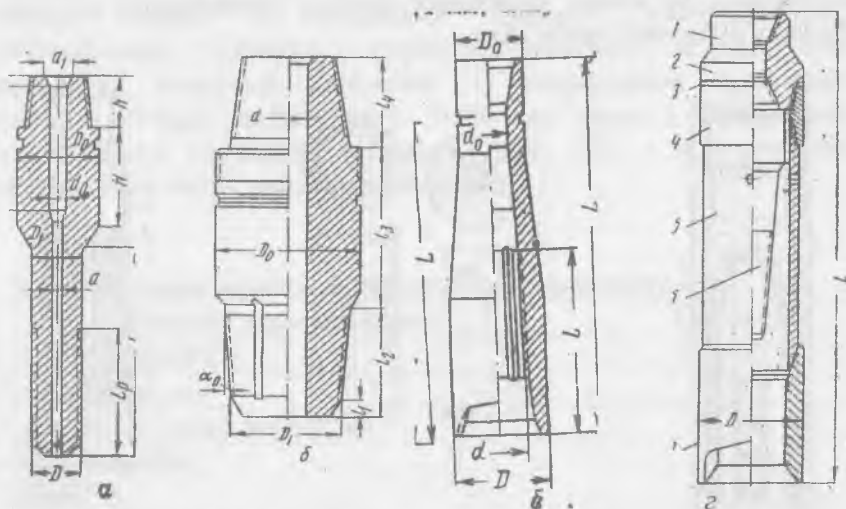


Рис. 4.23. Метчики та колокола

а- універсальний; б- спеціальний; в- колокол з лійкою; г- метчик з центруючим пристроєм; 1-головка; 2- прокладка; 3- упорне кільце; 4- муфта; 5- направляючий центруючий пристрій; 6- метчик; 7- лійка

бурильних труб припиняють буріння і піднімають на поверхню верхню частину бурильної колони, яка не обірвалася. По довжині піднятих бурильних труб встановлюють місце знаходження верхнього кінця залишеного в свердловині снаряду, а по нижньому кінцю

піднятої частини, характер обриву, і підбирають ловильний інструмент. Потім опускають на бурильних трубах ловильний інструмент не доходячи 1..1,5 м до місця обриву, включають буровий насос, і промивають ловильний інструмент від бруду, який попав на нього при спуску. Закінчивши промивку, повільно опускають ловильний інструмент (метчики або колокол) і обережно на 3-4 витка різьби, з'єднують його з верхнім кінцем снаряду, який знаходиться в свердловині. Потім, закачуючи в свердловину промивну рідину для вилучення осівшого шламу, починають припіднімати ловильний інструмент і вилучають снаряд із свердловини. Для захвату обірваних бурильних труб, коли для ліквідації аварії необхідне розхожування бурового снаряду з прикладанням великих обертаючих моментів, застосовують ловильні колокола. Колокола мають внутрішню ловильну різьбу та конусність 1:16 (рис. 4. 23в). Їх спускають в свердловину на колоні бурильних труб та нагвинчують на кінець обірваної бурильної труби. Для

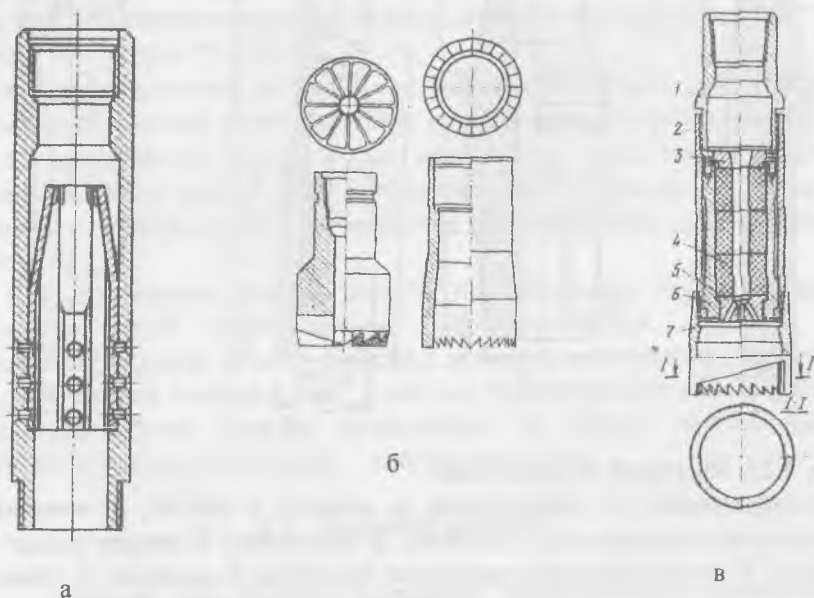


Рис. 4.24. Аварійний інструмент

а - овершот; б - забійні фрезери; в - магнітний уловлювач (1- перехідник; 2 - корпус; 3,5 - полюси; 4 - магніти; 6- втулка бронзова; 7 - зубчата коронка

покращення робіт з метчиками їх обладнують спеціальним направляючим пристроєм (рис. 4.23г). При невеликих глибинах свердловин, коли обірваний інструмент не прихвачений, застосовують овершот (рис. 4.24). Овершот має трубчатий корпус та чотири пружини. Верхній кінець його з'єднується з бурильними трубами, а на нижній- направляючу коронку. При ловильних операціях овершот опускають до тих пір, поки пружини не пройдуть нижче замка, при подальшому піднятті пружини захвачує трубу під муфту або замок. Для розбурювання і вилучення металевих предметів, які знаходяться на забої свердловини, викоростовують забійні фрезери і магнітні уловлювачі типу ЛМ (рис. 4.24). Забійні фрезери розфрезують металеві предмети. Вони являють собою металеву паковку з отвором всередині для подачі промивочної рідини, в верхній частині мають внутрішню замкову різьбу, а знизу – радіально розташовані зуби. При ліквідації аварій з обсадними трубами використовують трубоуловлювачі, труборізи і гідравлічні домкрати. За допомогою гідравлічних домкратів вилучають із свердловини прихвачені бурильні і обсадні колони труб. Найбільш часто з цією метою використовують гідравлічні домкрати типу: ГДЗ – 300, технічна характеристика якого наведена в таблиці 4.7.

Таблиця 4.7.

Технічні характеристики гідравлічного домкрату ГДЗ – 300

Технічні характеристики	Параметри
Вантажопідйомність, т	300
Висота підйому, мм	525
Час підйому на повну висоту, хв..	30
Насоси плунжерні:	
Кількість	4
Робочий тиск, МПа	30
Потужність електродвигуна, кВт	2,8
Розміри, мм:	
Довжина	1100
Ширина	750
Висота	900
Маса, кг	1210

Основні причини виникнення аварій, способи їх попередження та ліквідації наведені в таблиці 4.8.

Таблиця 4.8.

Основні причини виникнення аварій

Вид аварії	Причини виникнення	Заходи по попередженню	Способи ліквідації
Прих- ват буро- вого інст- ру- мента при бур- інні або спус- ку	Погана якість розчину; недостатня промивка; несправність з'єднань бурильних труб; припинення циркуляції розчину через утворення сальника	Постійний замір параметрів розчину; добра промивка свердловини і утримання забою в чистому від шламу стані; регулярна перевірка з'єднань бурильних труб; збільшення промивки із зменшенням подачі	Розходжування інструмента без обертання, домогатися відновлення циркуляції, повертати інструмент вручну; провертати інструмент ротором і продовжувати розходжувати з одночасною промивкою; використання солянокислої ванни при бурінні в вапняках, доломітах; ; у крайньому випадку розгвинчування лівими трубами
Прих- ват буро- вого інст- ру- мента обва- лом	Рідкий глинистий розчин; видушування розчину при підйомі інструмента; поглинання розчину та припинення циркуляції	Використання розчину високої якості, постійний контроль якості; недопущення видушування розчину; обсадку свердловини трубами в тріщинуватих і пухких породах	Підсилення промивки; використання солянокислої ванни при розходжуванні інструмента; в крайньому випадку розгвинчування інструмента з чередуванням оббурювання труб в зоні обвалу; відхід в бік при неможливості розгвинтити і підняти труби і долото
Прих- ват	Утворення рихлої товстої	Використовувати розчин високої	Відновлення циркуляції; розходжу-

буро- вого істру- мента при під- йомі	кірки на стінках через розчин поганої якості; спучування порід	якості і постійно контролювати параметри, при спучуваннях породах і слабких затяжках при підйомі переходити на більш якісний розчин; збільшити промивку	вання інструмента з використанням се- реднього натягіння вверх та скидання частини іструмента вниз шляхом різького вивільнення гальма; після повертання іструмента розходжу- вання його „віра- майна” при обер- танні до повного вивільнення при підйомі; викорис- тання солянокислої ванни при розходжу- ванні інструмента; у крайньому випадку розгвинчування лівими трубами
Обрив бу- риль- них труб	Недбале згвин- чування; не- справність різьбового з'єднання	Інструктаж бри- гади; заміна бурильної труби, ретельна перевірка надійності кріплення різьбових з'єднань; відбра- ковка поганих за якістю бурильних труб, перевідників, замків; не використовувати підмотку клоччям або прокладок в слабких різьбових з'єднаннях	Замір довжини піднятої частини і огляд місця обриву; при стійких стінках свердловини спуск метчика або коло- кола і захват кінця залишеної труби; при розмитих стінках визначення печаткою положення, вивід на центр правим від- відним гаком, за- хоплення метчиком або колоколом; уход у бік, якщо не можливо розгвин- тити і підняти труби і долото

Обрив або поломка долот в забої	Перевищення навантаження на долото; перевищення тривалості роботи долота проти допустимого; робота несправним долотом	Використання кількості обертів та навантаження, які не перевищують допустимі; підйом долота при його зносі не більше 50%; ретельний огляд долота перед спуском та не використовувати зношені долота	Промивка свердловини, спуск калібра по різьбі долота та підняття його; встановлення долота різьбою вверх за допомогою пикоподібного долота та захоплення метчиком, колоколом, шліпсом; в крайньому випадку торпедування, фрезерування, уход свердловиною у бік
Обрив обсадних труб при їх спуску або розходжуванні колони	Викривлення свердловини; погана якість розчину; недбале згвинчування труб	Виконання вказівок геолого-технічного наряду, зменшення навантаження при чередуванні твердих і м'яких порід; замір кривини свердловини через 30...60м; виправлення викривлення; використання якісного розчину; проробка долотом до спуска труб, менше розходжувати колону; ретельне згвинчування	Підйом частини колони і замір її довжини; перевірка положення верхньої частини залишеної колони; вилучення залишеної колони метчиком або трубоволкою; спуск печатки, виправлення верхньої крайки фрезером; закріплення меншим діаметром труб з пропуском їх через залишену колону труб

Для попередження аварій слід:

- перед початком буріння перевіряти правильність монтажу установки, центрувати над прямою трубою ротор і щоглу, закріплювати пояса щогли, підтягувати болтові з'єднання, перевіряти гальмову систему лебідки, канат талевої системи;

- не опускати в свердловину зношеного та недоброякісного інструменту;
- долота на забій подавати плавно і без поштовхів;
- навантаження на долота забезпечувати обваженими трубами;
- при проробці стовбура свердловини долотом опускати його обережно і не дозволяти йому заклинюватись;
- бурильні і обважені труби згвинчувати між собою ключами до відказу;
- під час буріння постійно слідкувати за показниками ваги та тиску, ротором, вертлюгом та шлангами, контролювати параметри глинистого розчину; при зупинці буріння чи припиненні подачі промивного розчину інструмент підняти над забоем на довжину ведучої труби, систематично повертати її ротором, після кожного повертання опускати її на 5...10см;
- при опусканні обсадних труб згвинчувати їх до відказу, на кожній трубі повинно залишатися не більше 1.5 нитки різьби;
- не допускати перерви в подачі цементного розчину при цементуванні;
- після цементування продовжувати промивку труб до повного вимивання з них розчину.

5. КОЛОНКОВЕ БУРІННЯ

5.1. Принцип буріння

Колонковий спосіб буріння (рис.5.1) відноситься до обертального способу буріння з прямою промивною, але з влаштуванням кільцевого забою і утворенням стовпчика непорушеної

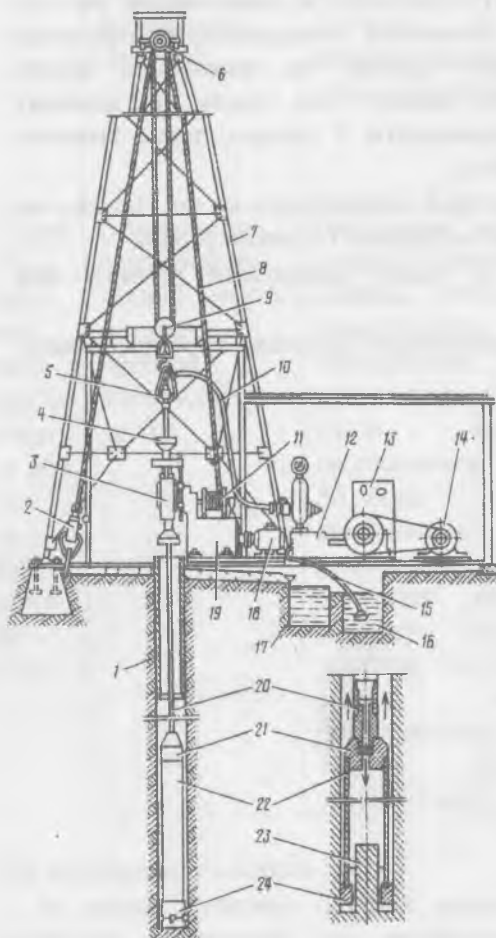


Рис. 5.1. Схема установки для колонкового буріння

1 – направляюча труба; 2 – індикатор ваги; 3 – шпindelъ; 4 – зажимні патрони; 5 – вертлюг – сальник; 6 – кронблок; 7 – бурова щогла; 8 – канат; 9 – талевий блок; 10 – нагнітальний шланг; 11 – лебідка; 12 – буровий насос; 13 – щит управління; 14 – двигун; 15 – всмоктувальний шланг; 16 – приймальна ємність; 17 – відстійник; 18 – двигун; 19 – буровий станок; 20 – колона бурильних труб; 21 – перехідник; 22 – колонкові труби; 23 – керн; 24 – породоруйнівний інструмент.

породи — керна, який періодично виймається із свердловини. Установка для колонкового буріння включає в себе: бурову щоглу, лебідку для підйому і спуску інструмента, який є частиною бурового станка; насос для подачі промивної рідини; двигун з трансмісією; буровий снаряд; резервуар для глинистого розчину; відстійник, жолоб, по якому промивна рідина поступає від устя свердловини до відстійника, а потім знову до резервуару.

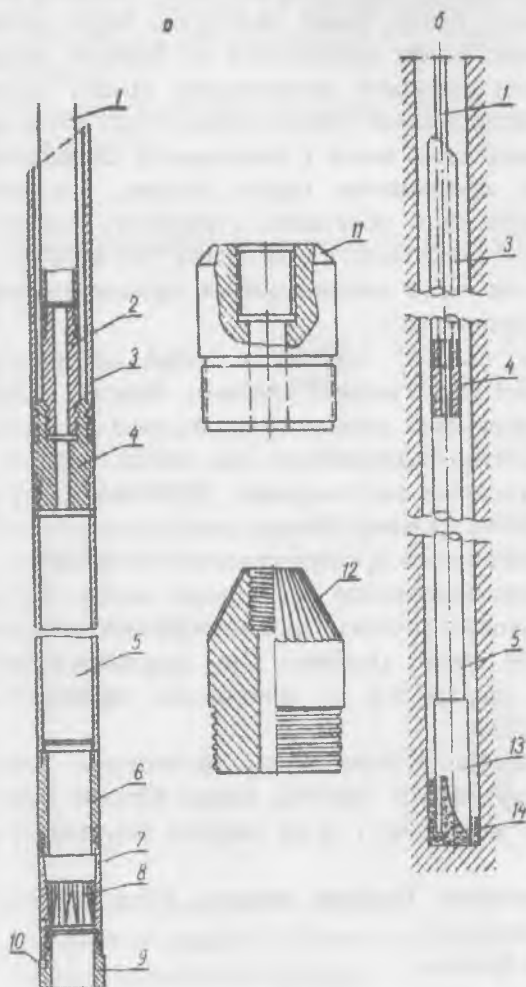


Рис 5. 2. Схема бурового снаряду

а — для буріння алмазами і твердими сплавами; б — для дробового буріння; 1 — штанга; 2 — ніпель; 3 — шламова труба; 4 — перехідник; 5 — колонкова труба; 6 — ніпель рвача; 7 — корпус кернарвача; 8 — рвальне кільце; 9 — коронка алмазна; 10 — паз під ключ; 11 — перехідник звичайний; 12 — перехідник фрезерний; 13 — коронка дробова; 14 — дріб на забої

36
В цьому способі буріння верхня бурильна труба закріплюється в зажимному патроні 5 і шпіндель 6 забезпечує обертання труб і тиск на забій бурового снаряда. Буровий снаряд (рис. 5.2) для колонкового буріння складається із бурильних труб (штанг), які з'єднані між собою ніпелями або муфтами; колонкової труби; коронки; кернорвача і перехідника, який з'єднує колонкову трубу і з шламовою трубою.

Буровий снаряд опускають в свердловину на колоні бурильних труб. На верхній кінець колони нагвинчують вертлог – сальник, який підвішують на гак талевого блоку. Канат проходить через ролики талевого блоку і кронблоку. Канат намотується на барабан лебідки верстата. До сальника під'єднується нагнітальний шланг, другий кінець якого з'єднаний з нагнітальною лінією насоса. Після опускання в свердловину снаряда включають насос і наповнюють свердловину промивною рідиною. Не припиняючи подачі рідини, опускають снаряд на забій, включають його обертання, створюють необхідне навантаження на коронку і починають заглиблення. На відміну від роторного способу тиск на забій забезпечується примусово через бурові труби, на які тисне шпіндель.

При колонковому способі буріння в забої вибурюється кільцева канавка (кільцевий забій) великої глибини. Колонка породи (кери), що залишається всередині свердловини, входить всередину колонкової труби, періодично відривається від забою і разом з колонковою трубою вилучається на поверхню. Зруйновану породу безперервно вимиває із забою промивна рідина, яка поступає на забій по бурильним трубам і виводиться із свердловини по її стовбуру. У випадку слабких порід, для запобігання від розмиву керну, буріння ведуть з подвійною колонковою трубою. Промивна рідина при цьому проходить по зазору між двома трубами. При заповненні керна колонкової труби його підривають із допомогою кернорвача і підіймають на денну поверхню.

При колонковому способі буріння об'єм зруйнованої породи менше, чим при роторному способі буріння, менші витрати енергії. Тому буріння свердловин в твердих і дуже твердих породах більш доцільно ніж роторним.

Станки для колонкового буріння можуть бути самохідні, стаціонарні, причепні (табл 5.1.)

Переваги колонкового буріння:

- можливість спорудження геологорозвідувальних, пошукових, структурних і технічних свердловин в породах будь-якої міцності з відбором зразків породи;
- можливість складання точного геологічного перерізу свердловини з повною характеристикою порід, які розкриваються під час буріння;
- можливість буріння експлуатаційних свердловин діаметром менше 150 мм в твердих та сильно твердих породах. При цьому об'єм зруйнованої породи забою в 2,5... 4 рази менше ніж при роторному бурінні;
- можливість буріння похилих (під будь яким кутом до горизонту) свердловин.

Таблиця 5.1.

Основні технічні характеристики станків колонкового буріння

Параметри	Одиниці	Станки				
		ЗИВ-150	СБУ-150	ЗИФ-300	СВ-1900	ЗИФ-650А
Глибина буріння	м	150	150	300	900	650
Початковий діаметр буріння	мм	110	110	131	197	200
Кінцевий діаметр буріння	мм	45	45	59	91	91... 59
Діаметр бурильних груб (штанг)	мм	42	42	42... 50	50... 63	50... 63,5
Тип агрегату		Стационарний	Самохідний	Стационарно-пересувний.	Напівпересувний	Стационарний

Недоліки колонкового буріння:

- невеликий діаметр буріння - не більше 150 мм;
- невеликі швидкості буріння.

5.2. Буровий інструмент

В залежності від виду бурового наконечника буріння поділяють на твердосплавне, алмазне і дробове. При твердосплавному бурінні буровий наконечник армований твердими сплавами, алмазному – алмазами, дробовому – порода руйнується дробом (рис. 5.3. , 5.4.).

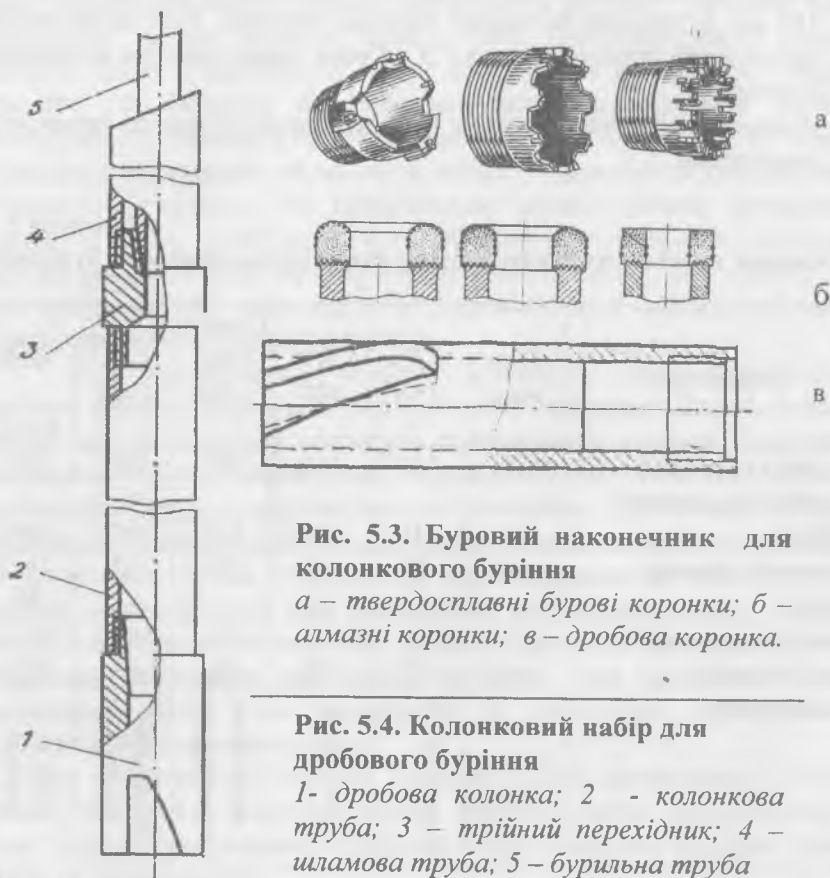


Рис. 5.3. Буровий наконечник для колонкового буріння

а – твердосплавні бурові коронки; б – алмазні коронки; в – дробова коронка.

Рис. 5.4. Колонковий набір для дробового буріння

1- дробова колонка; 2 - колонкова труба; 3 – трійний перехідник; 4 – шламова труба; 5 – бурильна труба

Коронки з різцями із твердих сплавів застосовують для буріння порід середньої і нижче середньої твердості. Тип різця підбирають в залежності від твердості порід. В м'яких породах – різці ромбовидної форми, в більш твердих – прямокутні і восьмигранні, в

дуже твердих породах – у вигляді пластинок і голок. Із тіла коронки різці повинні виступати в обидві сторони на 1,5...3 мм.

Зубчаті сталеві коронки, зуби яких почергово розводяться в різні сторони (ззовні і всередину), застосовуються для буріння м'яких порід. Дробові коронки застосовують при бурінні твердих порід. Їх виготовляють із товстостінних сталевих труб. В спеціальний виріз (кишеню) глибиною 100...120 мм засипається чавунна або сталева дріб у вигляді кульок. Обертаючись буровий снаряд роздавлює чавунний дріб, який попадає під торець коронки, які впливається в її тіло і утворює різці, які руйнують породу. Сталевий дріб руйнує породу забою при перекачуванні її по забою буровим снарядом. В цьому випадку коронка повинна бути виготовлена із твердої сталі. Звичайні розміри дробу 2...5 мм. Сталевий дріб міцніше чавунного, не розчавлюється, а перекочується коронкою по забою. Витрати її при бурінні менші ніж чавунної. Продуктивність буріння сталевими дробинками вище ніж чавунними на 30-50%.

Алмазні коронки є найбільш досконалими і представляють собою частину труби, в торець якої вставлені великі або дрібні зерна алмазів (рис. 5.3.). Вони із великою швидкістю руйнують тверді породи. Алмази виступають із корпусу коронок на 0,15...0,3 мм.

Колонкові труби виготовляють із товстостінних сталевих труб довжиною 1,5...6 м. При необхідності довжину їх збільшують, з'єднуючи окремі ланки ніпелями. Вони бувають одинарні і подвійні.

Шламові труби застосовують при бурінні дробом і армованими коронками твердих порід, які дають багато важкого шламу. Вони забезпечують велику швидкість виносу шламу, запобігаючи таким чином заклинюванню бурового снаряду дробом і шламом. Виготовляють такі труби із товстостінних сталевих труб. Шламову трубу з'єднують з перехідником на лівій різьбі. Це запобігає її розгвинчуванню під час буріння. Довжина шламової труби залежить від довжини колонкової - чим довша колонкова труба тим довша і шламова.

Кернорвач закріплюється на різьбі між коронкою і колонковою трубою. Він являє собою циліндр з конічною внутрішньою поверхнею, куди поміщається конічна пружина з повздовжнім перерізом (рис. 5.2). При бурінні кільце виштовхується у розширену частину конічного пазу. При підйомі бурового снаряду кільце пересувається в його звужену частину, стискується і заклинює керн. Піднімають керн обережно без ривків.

Бурильні труби (штанги) при колонковому буріння працюють у важких умовах. Вони одночасно скручуються, вигинаються, стискаються. Їх виготояють із сталевих труб довжиною 3,4,5 і 6 м з товщиною стінок 4-6мм та діаметром 42, 50, 63,5 і 73мм.

Обсадні труби застосовують тонкостінні сталеві діаметром 44...146мм і довжиною 2,5 ... 4,5 м. До нижнього кінця обсадної колони кріплять башмак. Напрямна труба має відвід, по якому промивна рідина попадає у лоток, не розмиває гирло свердловини. По закінченні буріння свердловини, обсадні труби повністю вилучають.

5.3. Технологія буріння

Технологія буріння колонковим способом подібна до технології буріння роторним, але із врахуванням особливостей – буріння кільцевим забоєм, періодичним вилученням керна та забезпечення примусового тиску на забій. Тому після установки станка найбільш важливою підготовчою операцією є забурювання свердловини і встановлення прямої труби. Перед забурюванням колонкової свердловини по її осі виривають шурф глибиною 1,5...2 м. В нього встановлюють забурювальний снаряд, який складається із перехідника, короткої колонкової труби і бурового наконечника. Штангу забурюючого снаряду, закріплюють в шпинделі станка чітко по осі. Буріння ведеться на малих обертах. Після того як глибина свердловини досягне 3-4 м, встановлюють пряму трубу для запобігання устя свердловини від розмиву промивною рідиною та надання стовбуру проектного напрямлення. Нижній кінець прямої труби тампонує. Потім буріння продовжують.

В свердловину лебідкою на колоні бурільних труб опускають колонковий набір. Включають двигун. Через шпиндель від бурільного станка колоні бурільних труб передається обертовий рух і створюється навантаження на буровий наконечник. Бурова коронка вкорінюється по кільцевому забою в породу, руйнує її залишаючи непорушним стовпчик породи – керна. По мірі заглиблення свердловини він заповнює колонкову трубу. Під час буріння постійно контролюють осьове навантаження із допомогою вказівника тиску та індикатора ваги. Коли труба заповниться керном буровий насос виключають, а керна в колонковій трубі заклинюють кернарвательним пристроєм. При його відсутності в колону бурільних труб засипають біте скло або фарфор. В м'яких породах керна заклинюють „всуху” –

тобто припиняють подачу промивної рідини, підвищують тиск на забій і короткочасно обертають буровий снаряд. Потім буровий снаряд піднімають на поверхню (так само, як і при роторному бурінні), керн вилучають із колонкової труби і буріння продовжують. Для вилучення керна відгвинчують ніпель разом з кернорвачем і коронкою, підвішують снаряд і гідравлічним способом, шляхом тиску промивної рідини, виштовхують керн. Можна також ударами дерев'яного молотка по трубі заставити вийти керн, але робити це треба дуже обережно щоб не зм'яти трубу.

В процесі буріння в колону бурильних труб нагнітають насосом промивну рідину. Вона охолоджує буровий наконечник і виносить по затрубному простору у відстійник шлам. У відстійнику частинки шламу осідають, а прояснену промивну рідину знову подають в свердловину. В якості промивної рідини найчастіше використовують воду, а в нестійких породах, які можуть обвалюватись – глинистий розчин.

При бурінні основними параметрами є:

- осьове навантаження на коронку;
- кількість обертів бурового снаряда;
- витрати промивної рідини.

При твердосплавному бурінні в м'яких породах допустима довжина рейса дорівнює 1...1.5м, в твердих породах – 2.5...3м. Керн заклинюється методом – „всуху”. Осьове навантаження приймається 1.5...2.5кН в м'яких породах при бурінні коронками діаметром 93 та 112мм та 2...4кН для твердих порід. Окружна швидкість приймається 0.6м/с при бурінні піщаних порід, 0.8 м/с – для глинистих порід. Витрати промивної рідини, м³/с визначають із виразу

$$Q = 0,785 (D^2 - d^2) V, \quad (5.1)$$

де D – діаметр свердловини, м;

d – зовнішній діаметр бурильних труб, м;

V – швидкість висхідного потоку в кільцевому зазорі, 0.3...0.5 м/с.

При дробовому бурінні використовують чавунну або сталеву дріб. Сталеву дріб виготовляють із сталевго дроту діаметром 2...4мм, висота циліндрика повинна дорівнювати діаметру. Під час буріння шлам із забою і відпрацьований дріб виноситься промивною рідиною в шламову трубу, а більш дрібні частки навіть на поверхню. Зруйнований дріб постійно поповнюється новим, який знаходиться в кільцевому зазорі між коронкою і стінками свердловини, а в торець

він поступає через виріз в корпусі коронки. В забій дріб може подаватися таким чином:

- рейсовим – засипають 1.5...5кг дробу на один рейс буріння (5...6год буріння), в свердловини до100м засипають через устю, більшої глибини- через бурильні труби;
- періодичного живлення великими порціями – спочатку засипається порція із розрахунку 200...300г на 1см діаметра, а потім приблизно через кожні 1.5години нові порції із розрахунку 15...20г на 1см діаметра коронки;
- дрібнопорційного живлення – спочатку засипається 0.6...1.2кг, а потім постійно із допомогою дробоживловача досипається 0.05...0.21кг.

Витрати промивної рідини, л/с

$$Q = q_0 D, \quad (5.2)$$

де q_0 – питомі витрати промивної рідини на 1см діаметра коронки, на початку рейс буріння керна – 0.06...0.07 л/с, в кінці – 0.03...0.04л/с;

D – діаметр дробової коронки, см.

Подача занадто великої кількості промивної рідини може викликати винесення придатного до роботи дробу і припинення поглиблення свердловини. Регулюють подачу промивної рідини триходовим краном на нагнітальній лінії. Після закінчення рейсу обов'язово слід промити свердловину з інтенсивністю 0.1...0.15 л/с до повної очистки забою від шлам. Осьове навантаження на дробову коронку залежить від типу дробу та діаметра свердловини і приймається для чавунного дробу 200...300Н на 1см² робочого торця коронки, сталевого – 350...500. Осьове навантаження забезпечується обваженими бурильними трубами. Частота обертів приймається 2.5...3с⁻¹. Зниження швидкості поглиблення свердловини свідчить про зношення коронки і необхідність підняття керна. Заклинюється kern шматками скла, фарфора, подрібненої породи, алюмінієвими або мідними жмутами, які засипаються через бурильні труби і ущільнюються поданою промивною рідиною. Підривається kern короткочасним обертотм снаряда. При переході від дробового буріння до алмазного із забою свердловини повинна бути повністю вилучена дріб, так як наявність хоча б однієї дробинки може сколювати алмази і приводити до аварії.

Алмазні коронки використовувати доцільніше, ніж дробові. Проте слід пам'ятати, що вони тендітні. Тому починати бурити на протязі 5...15хв з малою швидкістю обертання. Коронки повинні

добре охолоджуватись і швидкість потоку в просторі між стінками свердловини і бурильними трубами повинна бути не менше 0.6 м/с. Осьове навантаження на коронку залежить від твердості порід та типу коронки і приймається 400...700Н на 1см² робочого торця коронки, а для коронок діаметром 59 та 76мм – 7...12кН. Частота обертів приймається 13...17с⁻¹. Для зниження вібрації при бурінні використовуються гладкостовбурні колони бурильних труб ніпельного з'єднання з діаметром наближеним до діаметра коронки. Керн заклинюють кернарвачем. Зношені коронки відправляють на завод для вилучення алмазів.

При колонковому способі буріння характерні ті самі аварії, що і для роторного способу – прихват інструмента при бурінні або спуско-підйомних операціях, прихват і заклинювання інструмента обвалами, обрив і падіння бурильних та обсадних труб в свердловину. Основними причинами можуть бути : невисока кваліфікація бурової бригади, незадовільна якість або не підтримування необхідних параметрів промивного розчину, необережний спуск в свердловину труб, не повне скручування різьбових з'єднань, викривлення свердловини, використання старого відбракованого інструмента, незадовільно закріплено устя. Так само, як і в роторному способі використовуються при аварійних роботах метчики, колокола, трубоуловлювачі, павуки, фрезери. Особливістю є те, що може ще бути припалення коронок в забої. Це може бути при недостатній подачі промивної рідини, робота на зношеній коронці під високим тиском і великій швидкості обертів, тобто порушенні режимів буріння. Для ліквідації припалення коронки слід спробувати вибити інструмент ударами в гору з поворотом його, якщо не можливо це зробити – розгвинчувати інструмент лівими бурильними трубами з лівим метчиком, дійшовши до колонкової труби переходити на менший діаметр, який проходить в залишеній колонковій трубі, або оббурювати її чи фрезерувати.

6. ІНШІ СПОСОБИ БУРІННЯ

6.1. Шнекове буріння

При шнековому бурінні (рис. 6.1) розрихлена буровою коронкою порода переміщується вздовж гвинтової поверхні вгору при постійному обертанні шнека навколо своєї осі. Порода подається безперервно, що забезпечує високу продуктивність установок (до 40...60 м за зміну)

Шнекове буріння застосовують для спорудження свердловин діаметром 60...400 мм і глибиною до 50м, в м'яких породах (за виключенням пливунів і липких глин). Цей спосіб буріння не потребує промивки свердловини і має велику продуктивність.

Буровий снаряд складається із комплексу шнеків і бурового наконечника. Шнеки виготовляють із сталевих труб, до яких по гвинтовій лінії приварюють сталеву стрічку. Вони можуть бути з прохідним отвором, які з'єднуються на різьбі, та без прохідного отвору, які мають шестигранне замкове з'єднання (рис. 7.6). Шнек без прохідного отвору має на одному кінці хвостовик, а на другому шестигранну муфту. При з'єднанні хвостовик одного шнека входить в муфту іншого і фіксується пальцем, який забивається ударами молотка.

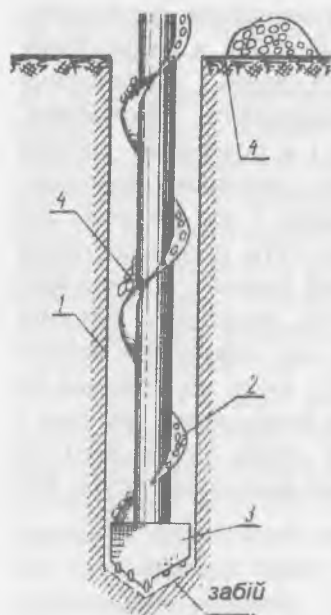


Рис. 6.1. Схема роботи шнека

1 - стінки свердловини; 2 - шнек; 3 - коронка; 4 - порода

Діаметр шнеків може бути 135, 150, 180, 200, 300мм та довжина 1...2.5м.

В якості бурового наконечника в м'яких і сипких породах використовують дволопатеві і спіральні долота (рис. 6.2), а в породах

середньої твердості трилопатевої, і в твердих – шарошечні із спіраллю. В трилопатевому долоті бокові грані армуються пластинами з твердого сплаву ВК – 8. В долотах із з'ємною лопатю вона закріплюється до корпусу спеціальним гвинтом – 7. В спіральному долоті торець загострений під кутом 120 градусів і армований твердим сплавом. Для зменшення тертя колони шнеків об стінки свердловини, діаметр долота повинен бути на 15...20мм більшим діаметра шнека.

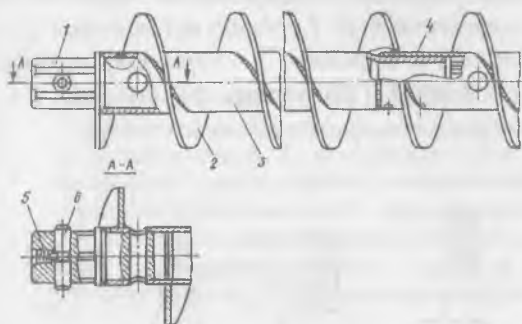


Рис. 6.2. Шнек з шестиграним з'єднувальним замком

1 – шестиграний хвостовик; 2- спіраль; 3 – труба; 4- шестигранна муфта; 5 – фіксатор; 6 – з'єднувальний палець.

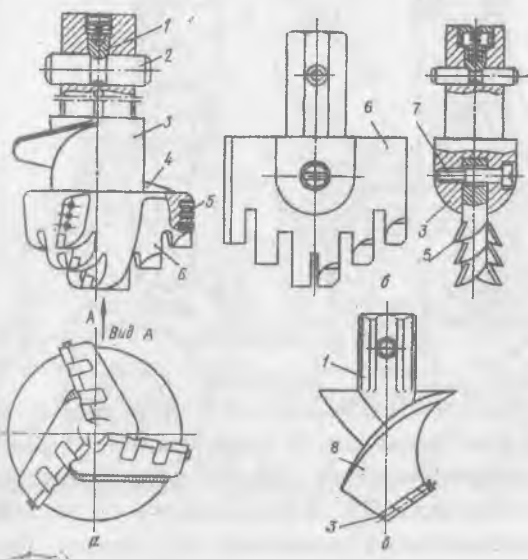


Рис. 6.3. Долота для шнекового буріння

а – трилопатеве; б – ступеневе із з'ємною лопатю; в – спіральне; 1 – хвостовик; 2 – фіксатором; 3 – корпус; 4 – спіраль; 5 – твердосплавні вставки; 6 – лопать; 7 – гвинт; 8 – спіральний корпус

Колонковий шнек (рис. 6.4а) дає можливість брати керн, як при колонковому бурінні. Нагвинчена коронка і спіраль на трубі 2

забезпечують отримання при бурінні кільцевого забою і отримання керну, який періодично виймається на денну поверхню і після відгвинчування коронки виймається разом з обіймою 3.

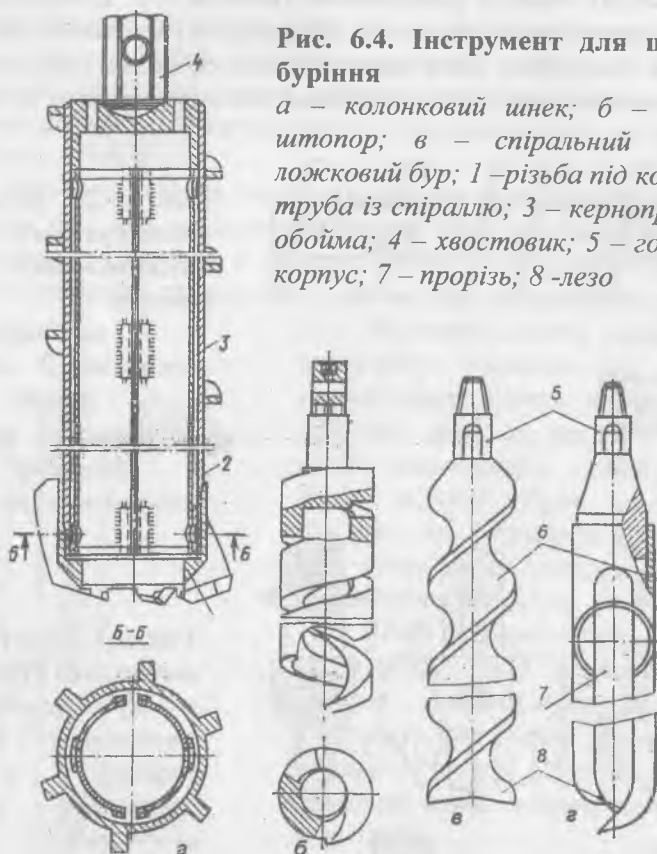


Рис. 6.4. Інструмент для шнекового буріння

а – колонковий шнек; б – аварійний штопор; в – спіральний бур; г – ложковий бур; 1 – різьба під коронку; 2 – труба із спіраллю; 3 – керноприймальна обійма; 4 – хвостовик; 5 – головка; 6 – корпус; 7 – прорізь; 8 – лезо

Аварійний штопор (рис. 6.4б) опускається в свердловину на спеціальних бурильних трубах і виймає із свердловини обірвані шнеки. Спіральний бур використовується для буріння глинистих в'язких порід. Довжина його дорівнює 0.5...0.8м, діаметр – 47, 74, 108, 147, 190мм, шаг спіралі приймається в залежності від породи. При обертанні бура зрізана лезом порода підіймається вверх по спіралі і утримується на ній, на поверхню вилучається разом з буром. Ложковий бур (рис. 6.4г) використовується при бурінні стійких порід – глинисті піски, суглинки. При обертанні нижній край одної

половинки корпусу зрізує ґрунт, а друга половина, яка відігнута в середину, направляє ґрунт в корпус. Після наповнення бура його підіймають на поверхню і через прорізь виймають ґрунт. Діаметри ложкових бурів – 47, 79, 108, 145 мм, довжина 0.5...0.8 м. Ложковий і спіральний бури опускають в свердловину на колоні бурильних труб.

Для шнекового буріння найчастіше застосовують бурову установку УГБ – 50М. Всі її основні вузли змонтовані на шасі автомобіля ГАЗ – 66. Оберти буровому снаряду передає обертагель.

Рис. 6.5. Установка УГБ-50М

1 - домкрат; 2 - автомобіль; 3 - рама; 4 - бак масляний;
5 - дизельний двигун; 6 - гідроциліндри щогли; 7 - ударний механізм;
8 - коробка передач; 9 - тормоз лебідки; 10 - управління гідросистемою;
11 - управління установкою; 12 - лебідка; 13 - напрямний ролик;
14 - щогла; 15 - обертагель; 16 - електроосвітлення;
17 - шнек; 18 - огороження; 19 - гідроциліндри; 20 - підвіска гідроциліндрів



Установка дозволяє крім шнекового буріння бурити ударно – канатним способом, для чого є невеличка ударна рама з відповідним приводом від дизельного двигуна, і роторним способом, з

підключенням грязевого насоса через шків до роздаточного вала дизельного двигуна.

Переваги шнекового буріння:

- швидке заглиблення долота в породу;
- охолодження бурового снаряду породою (без промивки);
- добра очистка забою свердловини;
- висока швидкість буріння.

Недоліки цього способу буріння полягають в:

- порушенні структури зразків ґрунту, що ускладнює складання точного геологічного розрізу;
- необхідність встановлення двигунів великої потужності.
- неможливість буріння в ґрунтах з валунами.

Основні параметри шнекового буріння – осьове навантаження на долото і частота обертання бурової колони. Збільшення осьового навантаження, як правило, збільшує швидкість буріння. Але при цьому збільшується і об'єм зруйнованої породи, що може призвести до утворення на витках шнеку пробок. При бурінні піщано – глинистих порід осьове навантаження на долото не повинно перевищувати 5кН, а порід середньої твердості – 10кН. Із збільшенням частоти обертання шнеків механічна швидкість буріння збільшується. Як показує досвід, частота обертання бурової колони повинна бути в межах $1,5 \dots 3,5 \text{ c}^{-1}$. При бурінні з частотою обертання менше $1,5 \text{ c}^{-1}$ погіршується транспортування породи, а при частоті обертання більше $3,5 \text{ c}^{-1}$ інструмент вібрує. При бурінні в'язких щільних глин в забій періодично підливають воду, слід уважно слідкувати за виносом породи. При припиненні виносу породи, утворенні пробки на витках шнеку його при підіймають на 0.5...0.7м і обертають з максимальною частотою до очищення шнека. Якщо це не допомагає, то бурять рейсами – з вилученням бурового снаряду на денну поверхню.

Водоносні породи потужністю до 2..3м бурять при великих частотах обертання шнекової колони і мінімальному навантаженні на долото. При спорудженні свердловин у водоносних породах і пливунах потужністю більше 3м, частота обертання шнекової колони не повинна перевищувати $1,5 \text{ c}^{-1}$, при чому буріння необхідно проводити одночасно з кріпленням стінок свердловини.

6.2. Вібраційне буріння

Вібраційне буріння застосовують для проходки мілких (до 25...30м) розвідувальних свердловин в м'яких ґрунтах, а також для кріплення свердловин обсадними трубами при ударно – канатному бурінні.

Вібраційне буріння або віброзаглиблення бурових інструментів, труб, заключається в тому, що під дією віброуючого бурового снаряду або труби, деякі гірські породи (глини, суглинки, піски, супіски) виділяють зв'язану воду і на границі віброуючої поверхні переходять у рухомий стан, який супроводжується різким зниженням сил опору зсуву. Вібраційне буріння поділяється на віброударне (рис. 6.6) та віброобертове.

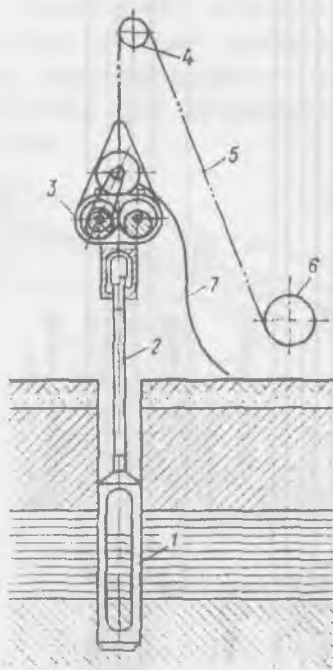


Рис. 6.6. Схема віброударного буріння

1 – вибросонд; 2 – бурильна колона; 3 – вібромолот; 4 – ролик; 5 – канат; 6 – лебідка; 7 – електрокабель.

При віброударному бурінні під дією ваги віброуючого бурового снаряду розжижена порода вдавлюється в пори зруйнованого ґрунту, внаслідок чого буровий снаряд опускається в ґрунт з великою

швидкістю (1 м/с). Вібрацію забезпечує вібромолот, який забезпечує часті удари. Притиснутий до забою буровий наконечник під дією вібромолота вкорінюється в породу і руйнує її. Із збільшенням довжини бурильних труб коливання бурового наконечника затухають і швидкість буріння зменшується. В якості буровий наконечник використовують різні види вібростондів (рис.6.7). Їх виготовляють із тонкостінних

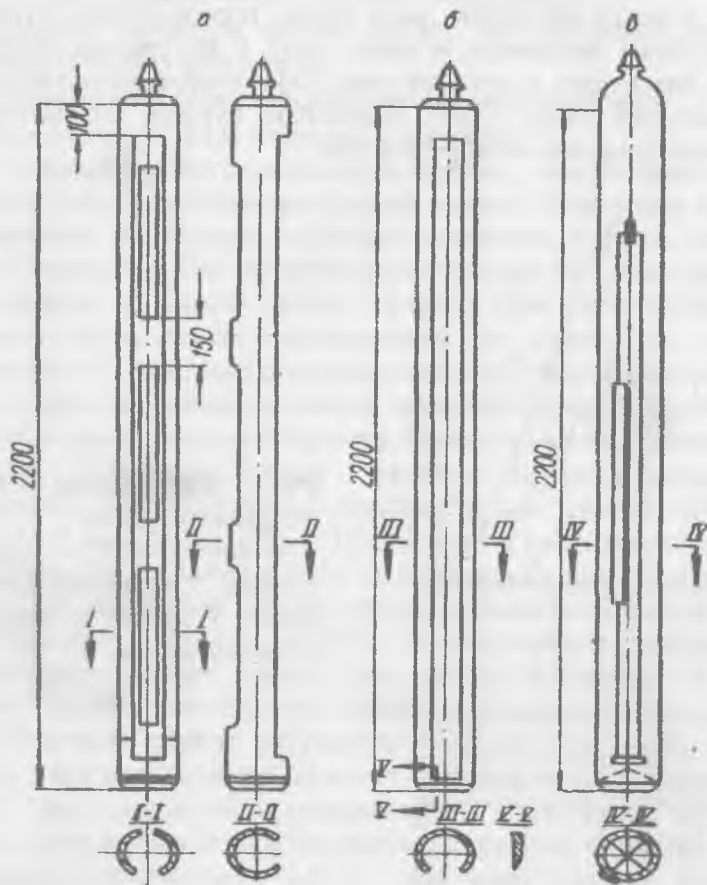


Рис. 6.7. Типи вібростондів

а — для глинистих ґрунтів; б — для піщаних ґрунтів; в — для водоносних ґрунтів

(товщиною не більше 5 мм) сталевих труб діаметром 108..168 мм. В нижній частині вони мають башмак, а в верхній —перехідник для під'єднання бурильних труб. Кут скосу ріжучої крайки башмака приймається 15...60 градусів, діаметр башмака більше діаметра труби, конструкція його залежить від типу породи, яку розбурюють. По всій довжині зонда робиться одна чи дві прорізи, які дають можливість при вилученні його на поверхню спостерігати за будвою порід та очищувати від породи.

Повздовжні прорізи робляться шириною 30...90мм. Щоб ґрунт легше заходив в середину віброндону, діаметр вхідного отвору башмака приймають на 4...5мм менше внутрішнього діаметра віброндону.

Заповнений ґрунтом борогий снаряд (віброндону) вилучають на поверхню без вібрування, витрачають значні зусилля, а тому зменшують заглиблення віброндону до 1,2...2м за одну проходку.

Самохідний вібробуровий агрегат АВБ -2М (рис.6.8) монтується на шасі автомобіля ГАЗ-66. При віброобертальному бурінні породоруйнівному інструменту від вібраційної машини передається, крім вібраційного й осьового навантаження, ще й обертання.

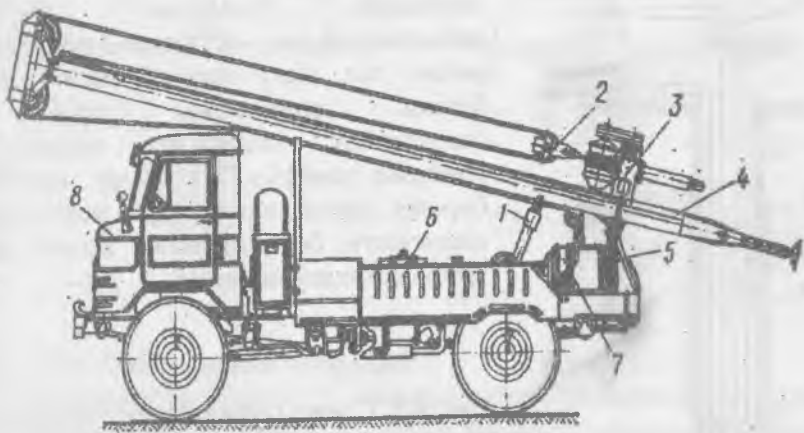


Рис.6.8. Вібробуровий агрегат АВБ – 2М

1 – гвинтовий піднімальник щогли; 2 – талевий блок; 3 – вібромолот; 4 – щогла; 5 – опора щогли; 6 – генератор; 7 – лебідка; 8 – автомобіль

6.3. Гідравлічне буріння

Гідравлічний спосіб буріння застосовують для будівництва водозабірних свердловин в піщаних та супіщаних ґрунтах, для поглиблення обсадних труб діаметром 600...1000мм на глибину до 20м та встановлення фільтрових колон діаметром 250...350мм на глибину до 40м. При гідравлічному бурінні породи в забої свердловини руйнують струмені води, які виходять з великою швидкістю (до 60 м/с) через один або декілька отворів в гідравлічній насадці. Вода в неї подається насосом по шлангу і нагнітальній сталевій трубі. Витрати води складають 20...30 м³/год при напорі 3м для буріння середньозернистих пісків та 30...40 м³/год при напорі 8м – для крупнозернистих пісків. Частинки розмитої породи виносяться на поверхню водою по просвіту між фільтровою колоною і стінками свердловини (рис.6.9). Вихідна швидкість руху води по цьому зазору повинна бути достатньою для виносу зруйнованої породи.

Діаметр свердловини при такому способі буріння в 2..3 рази більший діаметра фільтрової труби, тому опускання фільтрової труби виконуються за ступенем розробки забою під дією власної ваги. При бурінні гравелистих порід в свердловину додатково подається стиснене повітря. При цьому способі буріння нарощування труб необхідно виконувати без зупинення подачі до забою свердловини води.

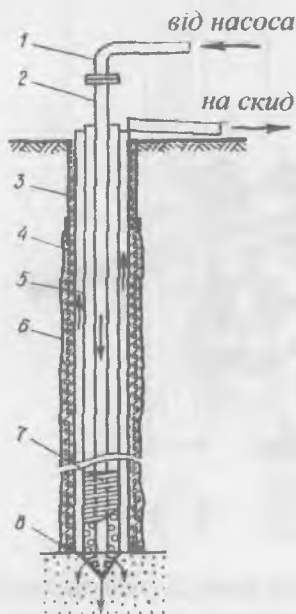


Рис. 6.9. Схема гідравлічного буріння
1- шланг від насоса; 2 – бурильні труби; 3 – кондуктор; 4 – робоча колона обсадних труб; 5 – фільтрова колона; 6 – затрубна цементация; 7 – робоча частина фільтра; 8 – гідравлічна насадка.

6.4. Ручне буріння

Ручним бурінням проходять переважно розвідувальні свердловини глибиною до 10м і діаметром 25...150мм. При цьому використовується обертальний (для м'яких порід) або ударний (для твердих порід) спосіб, з відповідним руйнуванням породи в забої ріжучими або ударними долотами. Свердловини глибиною до 8м і діаметрі до 100мм можуть бурити без встановлення вишок та без використання лебідок.

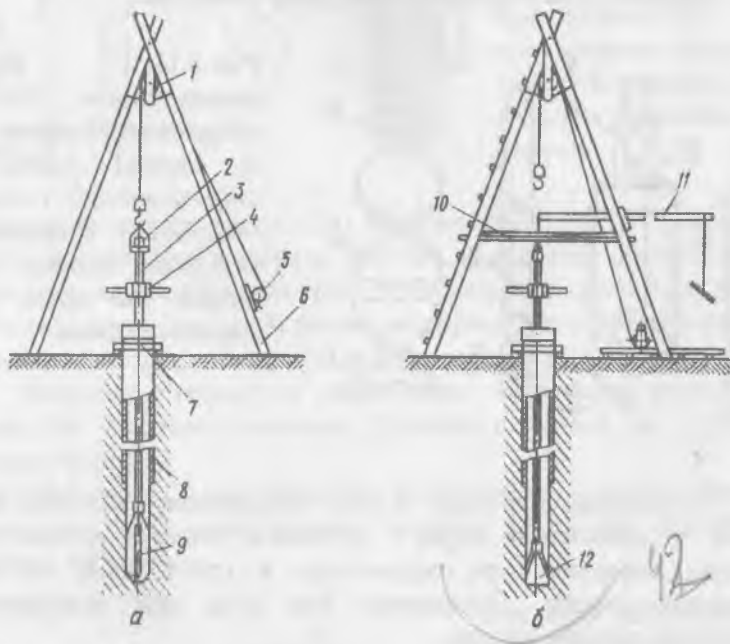


Рис. 6.10. Схема ручного буріння

а) обертальне; б) ударне; 1 – підвісний блок; 2- вертлюг; 3 – колона бурильних труб; 4 – хомут; 5 – ручна лебідка; 6 – вишка; 7 – трубний хомут; 8 – колона обсадних труб; 9 – буровий наконечник; 10 – платформа; 11 – балансир, 12 – желонка або ударне долото

М'які породи бурять буровим снарядом, який збирається із ріжучого долота, бурильних труб і шарнірного хомута, який постійно обертають (рис. 6.10а.), тверді породи бурять ударним способом

(6.106), при якому із допомогою балансира підіймають і потім скидають (відпускають) долото на забій.

До ріжучих бурових наконечників відносяться бурові ложки та спіральний бур (рис.6.11). Бурова ложка (рис. 6.11а) використовується для буріння в м'яких стійких породах – рослинний шар, суглинок, супісок, чисті вологі піски, глиністі піски. В нижній частині циліндра, який є основою бурової ложки, зроблено ріжуче ківшеподібне лезо. Одна ріжуча крайка цього леза виступає, а друга підігнута всередину. Тому при обертанні розпушена порода поступає і затримується в ложці та разом з нею вилучається на денну поверхню.

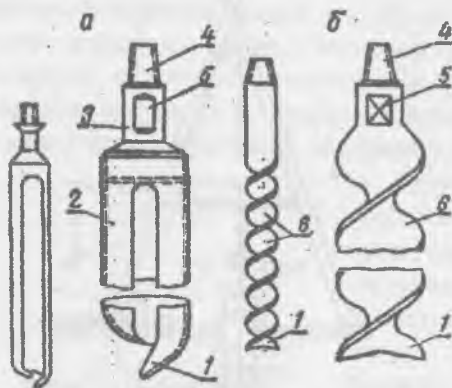


Рис.6.11. Бурові наконечники для обертального буріння

а- бурова ложка; б- спіральний бур; 1- лезо; 2 - корпус; 3 - шийка; 4- різьбова головка; 5 - виїмка під ключ; 6 - спіральні витки

Спіральний бур (рис. 6.11б) використовується для буріння в'язких та пластичних порід – суглинків, вологої крейди, глини. Гвинтова поверхня бура вкручується в ґрунт, який по виткам підіймається вгору. Періодично бур слід при підйомі для остаточного підриву породи.

Тверді породи бурять снарядом, що складається із долота, ударної штанги, перехідника і робочої штанги. Використовуються долота подібні до долот ударно – канатного способу буріння (плоскі, двотаврові, хрестові), але значно менші і легші. Всі вони мають лопать, шийку, різьбову головку, а лезо характеризується кутом загострення. Плоске долото (рис.6.12а) використовується для буріння щільних сухих глин, м'яких вапняків, сланців, мергелів. Кут загострення у нього становить 65...90 градусів. Двотаврове долото має повздовжні борти, більш масивне, кут загострення становить 90...120 градусів і бурять їм в більш твердих породах. Тріщинуваті породи

бурять хрестовим долотом . Пірамідальне долото (рис.6.126) використовується для буріння невеликих валунів та гальки, які подрібнюються і вдавлюються в стінки.

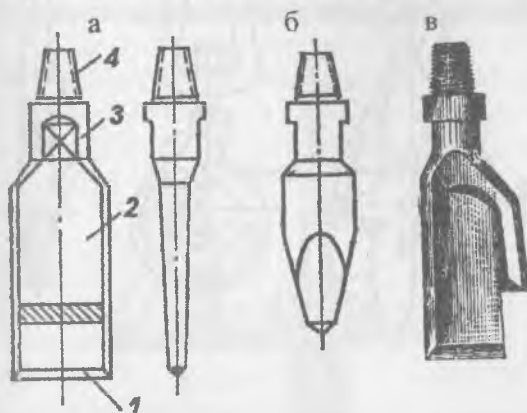


Рис.6.12. Долота для ручного ударного буріння

а – плоске; б – пірамідальне; в – ексцентричне долото; 1 – лезо; 2 – лопать; 3 – шийка; 4 – різьбова головка

Ексцентричне долото (рис.6.12в) використовується для розширення діаметра свердловини в твердих ґрунтах до діаметра достатнього для вільного опускання обсадних труб. Досягається це за рахунок того, що відносно осі долото має плечі різних розмірів. При опусканні долота в свердловину стовбур розбурюється за розмірами більшого плеча.

Розпушену породу із свердловини вилучають желонками з плоским або шаровим клапаном, буровим стаканом (як і ударно – канатному бурінні).

Обертають бурові труби при обертальному способі шарнірним хомутом (рис.6.13), який зажимає бурильні труби між основною та відкидною частинами.

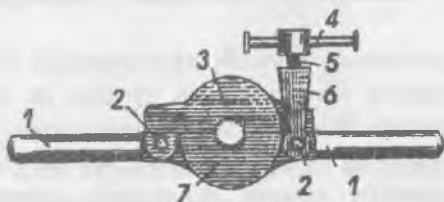


Рис. 6.13. Шарнірний хомут

1 – держак; 2 – шарніри; 3 – відкидна частина; 4 – держак зажимного болта; 5 – зажимний болт; 6 – відкидна скоба; 7 – основна частина

Для проведення бурових робіт використовується такий допоміжний інструмент (рис.6.14).

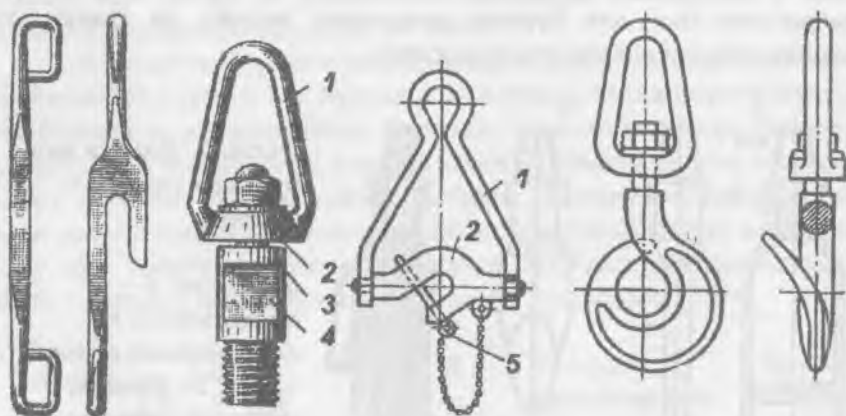


Рис. 6.14. Допоміжний інструмент

а – підкладна виделка; б – вертлюг; в – фарштуль; г – піднімальний гак; 1 – серга; 2 – траверса; 3 – стержень з гайкою; 4 – виїмка під ключ; 5 – чека

Підкладна виделка (рис.6.14а, 6.15б) потрібна для підвішування бурового снаряду над устям свердловини при нарощуванні чи від'єднанні бурильних труб. Вертлюг та гак (рис.6.14б, г) забезпечує підвішування бурового снаряду і труб на тросі під час буріння. Фарштуль (рис. 6.14в) використовується при спуско – підйомних операціях з бурильними трубами та буровим снарядом. Для згвинчування бурильних та обсадних труб використовуються зворотній, відкидний гвинтовий, шарнірний, ланцюговий ключі.

Бурові роботи при обертальному способі виконуються таким чином. Шарнірний хомут кріпиться на бурильних трубах на рівні грудей людини (рис. 6.15). Держаки його для зменшення зусиль, які прикладаються, подовжують сталевими патрубками на 0,8...1м. Потім двоє робочих, взявшись за держак хому, починають обертати буровий снаряд по ходу годинникової стрілки і одночасно притискати його до забою. Третій робочий утримує буровий снаряд від нахилу від вертикалі до тих пір, поки свердловина не заглибиться на 3...4м. При бурінні спіральним буром, після кожних 2..5 обертів буровий снаряд піднімають над забоєм на 10...15см, щоб порода відокремилась від

стінок свердловини і від забою. Коли буровий наконечник заглибитися в породу на повну довжину, його вилучають на поверхню землі і вивільнюють від породи. Стінки свердловини кріплять обсадними трубами по мірі розробки забою. Їх опускають, обертаючи, на забій.

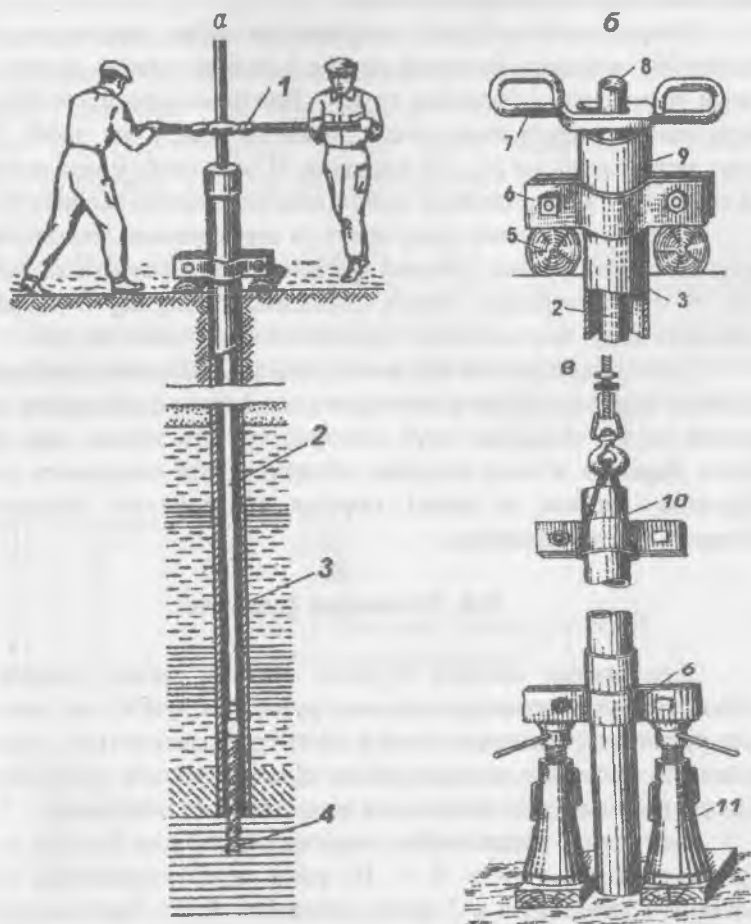


Рис. 6.15. Технологія буріння свердловин ручним способом

а – буріння спіральним буром; **б** – підвішування колони бурильних труб на підкладній виделці; **в** – підняття обсадних труб; 1- шарнірний хомут; 2 – бурильна труба; 3 – обсадна труба; 4- спіральний бур; 5 – опорні бруси; 6 – трубний хомут; 7 – підкладна виделка; 8 - муфта бурильної труби; 9 – муфта обсадної труби; 10 – петля із сталевого каната; 11 – одногвинтовий домкрат

Обсадні труби підвішуються на трубному хомуті, який закріплюється нижче муфти обсадної труби (рис. 6.156). На цю ж муфту вкладають підкладну виделку при нарощуванні бурильних труб. При необхідності вилучення обсадних труб використовують одногвинтові домкрати (рис. 6.15в).

Тверді породи бурять ударним способом, при якому на забій (рис. 6.10б) скидають буровий снаряд в складі: ударне долото, ударна штанга, перехідник і бурильні труби. Для рівномірного розбурювання і округлення свердловини після кожного удару на забій, буровий снаряд повертають на 20...30 градусів. Щоб долото ударяло по забою, а не по шламу, в свердловину необхідно періодично підливати воду.

Шлам періодично вилучають із свердловини желонкою. Після закріплення пробуреної ділянки трубами, продовжують заглиблювати забій. В сухих породах, перед опусканням снаряду в свердловину, доливають воду, яка полегшує буріння та вилучення породи.

Для попередження обвалів і прихватів бурового інструмента в нестійких ґрунтах буріння проводять одночасно з обсадкою трубами. Вільний спуск обсадних труб використовують тільки при проходці стійких порід, в м'яких породах обсадні труби опускають слідом за вибуреним забоєм, в сипкі породи та пливуні обсадні труби забивають або задавлюють.

6.5. Вогненне буріння

При цьому способі буріння порода забою (тверді, міцні, суцільні породи) розміщується в струмені полум'я, що виходить із сопла установки, розширюється в об'ємі, розтріскується і кришиться. Зруйновані частинки породи забою підхоплюються сумішшю пари і газів, що при цьому виділяються і виносяться на поверхню.

Цей спосіб надзвичайно перспективний для буріння в міцних, твердих породах. Він в 8 – 10 разів продуктивніший ударно – канатного і приблизно в 3 рази дешевший його. Застосовується для розробки неглибоких свердловин в міцних, твердих породах та в поєднанні з ударно – канатним для проходки твердих порід.

Бурові установки вогненного буріння бувають як стаціонарними, так і пересувними.

В стаціонарних установках на забій до форсунки пальне подається з поверхні землі, а в пересувних – безпосередньо із свердловини, куди на тросах опускають місткість з паливом (торпеду).

7. СПЕЦІАЛЬНІ РОБОТИ ПРИ БУРІННІ СВЕРДЛОВИН

7.1. Закріплення свердловин обсадними трубами

Свердловини роторного способу буріння закріплюють обсадними трубами після закінчення буріння або при переході на менший діаметр за гідрогеологічними умовами чи недостатній потужності двигуна. В загальному вигляді свердловина роторного способу буріння може мати напрямну колону, кондуктор, проміжну колону, експлуатаційну колону і фільтрову колону (рис. 7.1).

Напрямна колона служить для закріплення устя свердловини від розмиву глинистим розчином і направлення циркуляційного розчину. Вона має довжину 2...9м. В залежності від стійкості верхнього шару порід, напрямна труба спускається в раніше викопаний шурф, яку після перевірки вертикальності цементують.

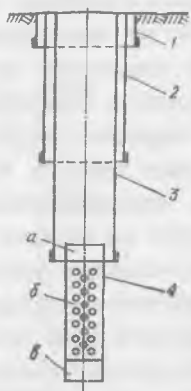


Рис. 7.1. Основні конструктивні елементи свердловини

1 - напрямна колона (кондуктор); 2 - технічна; 3 - експлуатаційна; 4 - фільтрова, яка встановлена "впотай"; а - надфільтрова труба; б - робоча частина фільтра; в - відстійник

Кондуктор призначений для перекриття горизонту, який не буде експлуатуватись, або нестійких верхніх порід, а також для забезпечення вертикальності свердловини. Довжина кондуктора не повинна бути більшою 50м. Затрубний простір обов'язково цементують від башмаку до устя свердловини.

Проміжна (технічна) колона встановлюється рідко, тільки при необхідності перекриття не закріплених направленням або

кондуктором водоносних горизонтів, які мають схильність до обвалів і поглинання примивної рідини.

Експлуатаційні колони є основними для свердловин на воду.

Проте, в залежності від конкретних геологічних та гідрогеологічних умов, деякі колони не використовуються. Для обсадки стінок свердловини найчастіше використовують сталеві труби, але можна використовувати пластмасові труби. Раніше для обсадки використовувались азбестоцементні труби, але зараз за санітарними показниками використовувати їх не доцільно.

Перед опусканням труб стовбур проробляється новим долотом з промивкою глинистим розчином. Перед спуском труби оглядають, перевіряють шаблоном і вільно опускають на двох трубних елеваторах з цементациєю затрубного простору. На одному елеваторі колона висить над устем свердловини, а другим – підіймають наступну трубу і вгвинчують в муфту попередньої. При прихопленні породою труби її додатково обертають ланцюговим ключем або швидко підіймають і знову опускають, бажано при цьому промивати затрубний простір глинистим розчином.

При ударно- канатному бурінні свердловину обсаджують трубами, найчастіше, одночасно з бурінням. Тільки в стійких кріпких породах обсадка проводиться після проходки на всю товщу. В породах, які обрушуються, обсадку проводять сталевими трубами. Труби задавлюють або забивають. Долото і желонки в цьому випадку меншого діаметра чим труби. В м'яких і сипких породах башмак труб при посадці зрізає стінки свердловини, а в більш твердих породах діаметр свердловини попередньо збільшують розширювачем або ексцентричним долотом. Для забивки колони труб на верхню муфту монтують забивну головку і ударами забивного снаряду осаджують колону труб. Забивають до тих пір, поки над робочим майданчиком труба не буде вище за 0.4...0.6м, після чого нарощують нову трубу. По мірі просування колони вглиб опір гранта збільшується, швидкість її просування зменшується і, коли колона практично не забивається, переходять на менший діаметр. Зменшення різниці в діаметрах попередньої і наступної колон труб досягається обточуванням муфт. Для збільшення величини виходу колони можна використовувати вібратори. Пластмасові труби можна використовувати або в стійких кріпких породах або встановлювати в колону сталевих труб з наступним вилученням сталевих труб. В обох випадках пластмасові труби вільно опускаються в свердловину.

7.2. Тампонування міжтрубного і затрубного простору

21 [Захист водоносного шару в свердловині від проникнення поверхневих вод, вод забруднених або невикористаних водоносних горизонтів, піску із вище розташованих водоносних шарів забезпечується тампонуванням затрубного простору.

В свердловинах ударно-канатного способу буріння передбачається:

а) забивка або затискування колони труб в шар природних глин або шар м'якої жирної глини (рис.7.2.), яка накидана в спеціально підготовану каверну;

б) підбашмачна цементация обсадної колони труб також при умові підготовленої каверни;

в) цементация простору між двома колонами труб.

12 / Тампонаж глиною. Тампонаж глиною застосовують переважно при ударно-канатному бурінні для ущільнення башмака обсадної колони, але в деяких випадках, коли необхідна герметизация

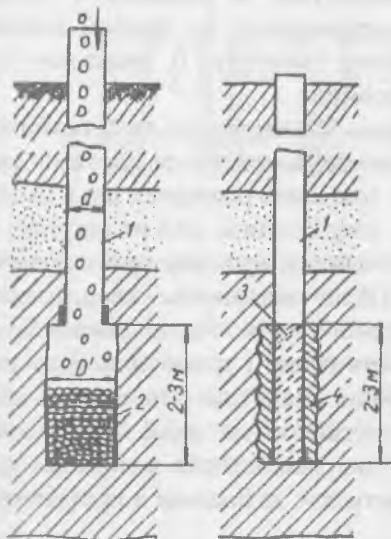


Рис.7.2. Тампонаж глиною

а — задавлювання колони обсадних труб в пласт жирної глини; б — тампонаж м'якою жирною глиною, яка встановлюється в фільтруючих породах

1 — колона обсадних труб; 2 — шарики з глини; 3 — глина, яка вилучається з свердловини; 4 — глиняне кільце

затрубного простору, тампонаж використовують і при бурінні свердловин обертальним способом. Основною перевагою тампонажу глиною, порівняно з тампонажем цементним розчином є те, що задавлену глину, або ущільнену глиною колону обсадних труб, можливо вилучати, або пересунути для перекриття ділянки свердловини, яка лежить нижче (це викликає застосування другої колони меншого діаметру).

2.2. Мають місце три способи тампонажу глиною. Перший спосіб – башмак колони задавлюють або забивають в пласт глини на глибину 2...3м. Другий спосіб – башмак колони задавлюють в штучно створену з глини подушку потужністю 2...2,5м за допомогою нижньої пробки (рис.7.2). Для тампонажу вибирають пластичну глину, яку добре перемішують, потім готують із неї шарики діаметром 3...5см і закидають їх в свердловину. Якщо є побоювання що при падінні в свердловину шарики будуть руйнуватись, їх опускають на забій у желонці з плоским клапаном. Глинистими шариками заповнюють призабійну частину свердловини, не доходячи 0,5...0,7м до башмака колони. По закінченні навантаження глини в колону труб, на канаті опускають дерев'яну пробку. В результаті того, що пробка має спеціальну конструкцію, вона заклинюється в башмаку і труби перекриваються знизу. Ударяючи інструментом по пробці, колона труб опускається на забій, стає на глину, спресовує її, видавлює її в просвіт між трубами і стінками свердловини.

Третій спосіб тампонажу глиною здійснюється за допомогою верхньої пробки. Заповнення забою глиною виконується так само, як і при тампонажу з нижньою пробкою, з тою лише різницею, що в цьому випадку заповнюють забійну частину свердловини, яка не закріплена трубами і труби на висоту 4...5м від башмака, причому при заповненні глиною її періодично трамбують. Після заповнення свердловини глиною, в неї наливають воду до самого устя. Якщо рівень води знижується, в свердловину добавляють глину і трамбують її до тих пір, поки не буде ліквідований витік води. Після цього на верх колони нагвинчують пробку. Колону труб опускають на забій. При цьому колона давить через пробку на воду, яка знаходиться в ній і в свою чергу давить на глину, спресовує її, витискує за башмак в просвіт між трубами і стінками свердловини.

Цементация міжтрубного простору передбачається звичайно при вийманні проміжної колони труб діаметром D_2 . Об'єм цементного розчину складає, m^3

$$W=0,785 (D_1^2-D_3^2) H_1+0,785 K (D_2^2-D_3^2) H_2, \quad (7.1)$$

де D_1 — внутрішній діаметр першої колони труб, м;

D_2 — зовнішній діаметр другої колони труб, м;

D_3 — зовнішній діаметр третьої колони труб, м;

H_1 — вихід першої колони, м;

H_2 — вихід другої колони, м;

K — коефіцієнт, який враховує заповнення тріщин та збільшення діаметра проти розрахункового (приймається 1,2...1,3).

Для цементації використовується тампонажний, піщаний цемент. Розчин готується з водоцементним фактором 0,4...0,5.

В свердловинах роторного способу буріння звичайно цементується затрубний простір одночасно із посадкою обсадних труб.

Затрубний простір можна цементувати такими способами (рис. 7.3): 1) з нижньою або верхньою пробками; 2) з двома розподільними пробками; 3) манжетним способом.

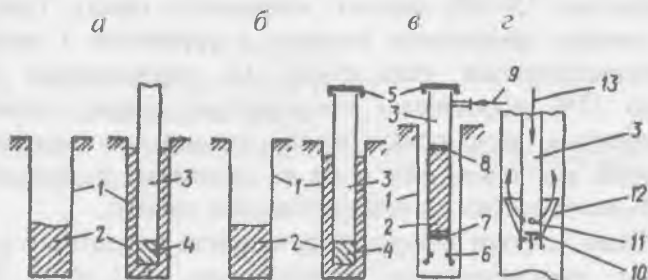


Рис. 7.3. Способи цементування затрубного простору

а — з нижньою пробкою, *б*—з верхньою пробкою, *в* — з двома розподільними пробками: *г* — манжетний, 1 — свердловина, 2 — цементний розчин, 3 — обсадні труби, 4 — нижня дерев'яна пробка, 5 — верхня щільна пробка, 6 — строп-кільце, 7 — нижня рухома пробка, 8 — верхня рухома пробка, 9 — подавання промивної рідини, 10 — клапан, 11 — отвори, 12 — манжета, 13 — подавання цементного розчину

При перших двох способах у свердловину заливають цементний розчин, а потім опускають колону обсадних труб. При третьому способі потрібну кількість розчину заливають між двома

пробками. Нижня пробка має отвори і зверху перекрита склом. Під час подавання у верхню частину колони обсадних труб промивної рідини пробки і розчин йдуть донизу. Коли нижня пробка упреться у строп-кільце, скло лопається, і розчин крізь отвори виходить у затрубний простір. Манжетний спосіб відрізняється від попередніх тим, що в нижній частині колони обсадних труб встановлюють клапан, а на зовнішній поверхні труб монтують брезентову манжету, яка при опусканні труб складається як парасолька. Під час подавання цементного розчину в обсадну колону він виходить крізь отвори, розкриває манжету і піднімається догори затрубним простором. При цьому у водоносний пласт цементний розчин не потрапляє.

Для тампонування може використовуватись тампонажний цемент, який має середню об'ємну масу $3,15 \text{ т/м}^3$, початок схоплення – не раніше 3 год. і не пізніше 7 год., кінець схоплення – не пізніше 3 год. після початку схоплення. Цементування шахтних напрямлень і кондукторів забезпечується піщаним цементом (до тампонажного цементу додається 25-50% чистого кварцового піску). При умові можливого виходу цементного розчину в горизонти з невисоким тиском використовується гель-цемент (в тампонажний цемент додається до 15% порошкової бентонитової глини). Цементация сильнопоглинаючих водоносних шарів виконується волокнистим цементом, який виготовляється шляхом додавання в тампонажний цемент до 2% волокнистих матеріалів (бавовна, азбест).

Необхідні строки схоплення та міцність цементного розчину забезпечується водоцементним відношенням $B/C - 0,4 \dots 0,5$ при цьому густина цементного розчину відповідно дорівнює $1,95 \text{ т/м}^3 - 1,84 \text{ т/м}^3$.

Необхідна кількість цементного розчину, м^3 визначається із виразу

$$W_{\text{н.р}} = 0,785 [(D^2 - d_{\text{н}}^2) H_1 K + d_{\text{н}}^2 h], \quad (7.2)$$

де D – діаметр свердловини, м;
 $d_{\text{н}}$ – зовнішній діаметр обсадної труби, м;
 H_1 – висота підняття розчину, м;
 K – коефіцієнт збільшення об'єму розчину (1,2...1,3);
 $d_{\text{н}}$ – внутрішній діаметр обсадної труби, м;
 h – висота цементної пробки в колоні, м.

Кількість сухого цементу для тампонування 1 м кільцевого простору визначається згідно табл. 7.1.

Таблиця 7.1.

Кількість сухого цементу на 1 м. затрубного простору свердловин.

Зовнішній діаметр обс.труби,мм	Кількість сухого цементу в кг, при бурінні долотом діаметром в мм					
	269	295	346	394	445	490
166	40	55	-	-	-	-
219	-	37	67	-	-	-
273	-	-	50	81	-	-
324	-	-	-	43	86	-
377	-	-	-	-	70	100
426	-	-	-	-	20	55

Кількість води, m^3 , яка потрібна для приготування цементного розчину

$$W_c = Q_c m, \quad (7.3)$$

де Q_c – кількість сухого цементу, т;

m – водоцементний фактор.

Кількість промивної рідини, m^3 для промивання цементного розчину

$$W_p = [0,785 d_a^2 (H - h)] k_l, \quad (7.4)$$

де d_a – внутрішній діаметр обсадної труби, м;

H – довжина колони обсадних труб, м;

h – висота цементної пробки, м;

k_l – коефіцієнт, який враховує стиснення рідини (для глинистого розчину – 1,05, води – 1,00)

При глибині свердловин до 100...150 м, звичайно, використовуються схема цементування з однією пробкою, а при більшій – з двома. Манжетне цементування використовується при опусканні в свердловину обсадної колони разом з фільтром. Всі роботи по цементації повинні проводитись дуже швидко, а тому використовуються спеціальні цементні агрегати, які повинні:

- Подавати воду в цементозмішуючу машину;
- Закачувати цементний розчин в свердловину;
- Закачувати глинистий розчин для забезпечення підняття цементного розчину в затрубному просторі.

В склад цементного агрегата входять: водяний насос, поршневий насос великої продуктивності і тиску, для закачування цементного або глинистого розчинів, мірний бак, гідравлічна цементомішалка, бачок для цементного розчину, з'єднувальні металеві трубопроводи. Звичайно використовуються цементні агрегати 4ЦА-100 або ЦА-320.

Для регулювання строків схоплення цементного розчину в цементозмішуючу машину вводять спеціальні добавки. В якості уповільнювача схоплення використовують різні поверхнево-активні речовини, сульфітно-спиртову бурду та ін. При цементуванні неглибоких свердловин з невисокою забійною температурою в якості прискорювача схоплення цементного розчину використовують NaCl , CaCl_2 в кількості 2% по масі.

Для можливості промивки обсадної колони перед цементуванням та подачі в неї цементного розчину на верхню частину нагвинчується цементуюча головка (Рис 7.4.)

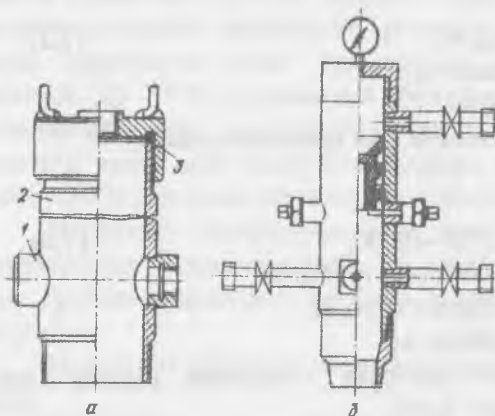


Рис. 7.4 Цементуючі головки

а – типу ГЦК (1-патрубки; 2 – корпус; 3- кришка)
б – типу ГУЦ

Перед цементуванням для покращення зчеплення цементного каменю зі стінками свердловини її доцільно промити розчином густиною не більше $1,1 \text{ г/см}^3$ або водою. На рисунку 7.5 представлені нижня та верхня цементуючі пробки. Нижні пробки мають центральний отвір, який перекривається діафрагмою, що легко руйнується, верхні пробки – глухі.

При цементуванні свердловини з двома пробками (рис.7.6) після спуску обсадної колони в свердловину до забою, її піднімають на 1...2 м та закріплюють на елеваторі або хомуті. Потім через цементуючу головку відновлюють циркуляцію промивної рідини,

промивають свердловину до тих пір поки параметри розчину в трубі і штирбному просторі не будуть однаковими. Після промивки відкривають кришку цементуючої головки і в обсадну колону встановлюють нижню цементуючу пробку, закачують цементний розчин та закріплюють верхню пробку. Після цього закривають кришку головки і починають цементування за схемою на рис.7.6.

Процесу цементування передуює опресовка головки на тиск, який перевищує в 1,5 рази максимальний розрахунковий тиск на протязі 3хв. Спочатку в цементуючу головку опускають нижню пробку, потім після закачування в колону необхідної кількості об'єму цементного розчину починають його продавлення.

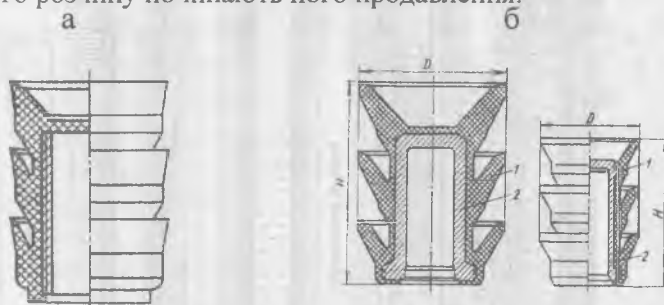


Рис. 7.5. Пробки цементуючі

а – нижня; б – верхня (1 – гумові манжети; 2- чавунний або алюмінієвий корпус)

Манжетне цементування (рис.7.7.) застосовують в одноколонних конструкціях водозабірних свердловин. В нижній частині обсадних труб, над фільтром, встановлюють зворотній клапан, а в обсадній трубі, вище нього роблять ряд отворів для виходу цементного розчину і встановлюють спеціальну манжету – воронку висотою 60...70см, і діаметром, який перевищує на 25...35% діаметр свердловини, з брезенту, армованого металевими смужками. Манжета запобігає від попадання цементного розчину в фільтрову частину колони. Закачують цементний розчин в свердловину за допомогою двох глухих пробок.

Цементування через заливні трубки (рис.7.8.) використовують при відсутності цементуючих агрегатів або достатньо потужних бурових насосів. В якості заливних трубок використовується колона бурильних труб. Верхню частину колони обладнують герметичним пристроєм.

Через час, який необхідний для твердіння цементного розчину, знімають заливочну головку і приступають до розбурювання пробок і цементу, який залишився в трубах – в проміжку між башмаком і нижньою пробкою. В практиці ця частина цементу називається цементним стаканом. Розбурювання виконують пікоподібним долотом, діаметр якого на дюйм менше внутрішнього діаметра труб.

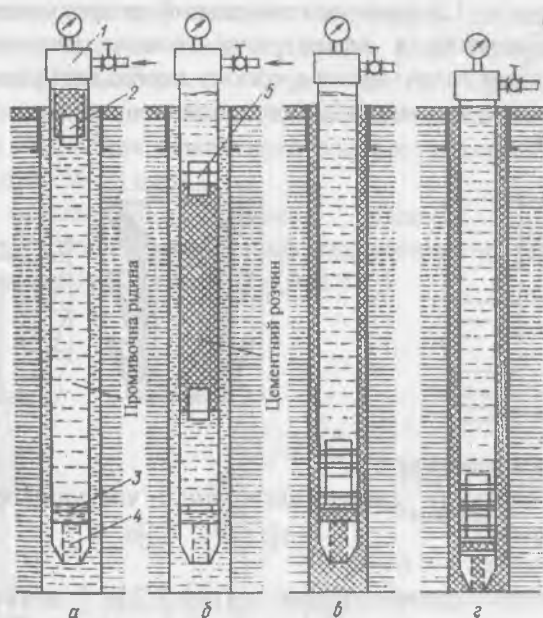


Рис. 7.6. Цементування з двома пробками

а – встановлення нижньої пробки 2 і подача цементного розчину через цементуючу головку 1; б – встановлення верхньої пробки 5 і продавливання цементного розчину до забою; в – видавлення цементного розчину через башмак 4; г – сходження пробки на стоп-кільце 3 і опускання колони обсадних труб на забій.

При перевірці якості тампонажу спочатку випробовують герметичність колон, а потім герметичність затрубного простору. Методика випробування герметичності основана на різниці тиску рідин в затрубному просторі і в обсадних колонах труб.

Для випробування колони на герметичність цементний стакан в колоні повністю не розбурюють. Опресовку колони виконують чистою водою, тому перед опресовкою, після розбурювання цементного стакану, не піднімаючи інструмента, свердловину добре промивають через бурильні труби. Для опресовки колони на неї нагвинчують заливну головку з ущільнюючим пристроєм для бурильних труб і за допомогою бурового насоса або цементуючого агрегату, піднімають тиск в колоні до 6...12 МПа, і залишають під цим тиском на 30хв. Якщо після цього часу тиск впаде не більше ніж на 0,5 МПа, колона рахується герметичною.

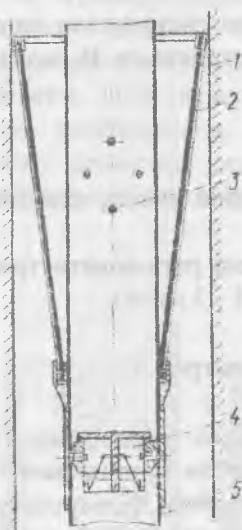


Рис 7.7. Схема манжетного цементування

1- стовбур свердловини; 2- манжета; 3-отвір в трубі; 4- клапан; 5- затворна труба.

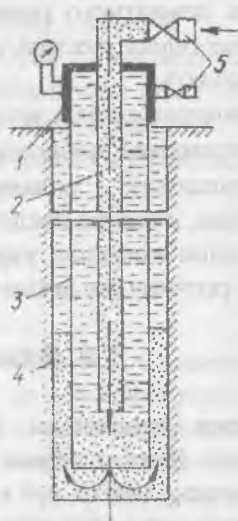


Рис 7.8. Цементування через заливні трубки

1- кришка з манометром; 2 - заливні трубки; 3 - стовбур свердловини; 4 - колона обсадних труб; 5 - засувка

Герметичність колони можливо перевірити пониженням рівня води в ній. Для цього із колони відкачують воду за допомогою желонки до глибини нижче залягання водоносного пласта. Якщо колона не герметична, цей рівень піднімається за рахунок притоку

води із затрудного простору. При незадовільних результатах випробування виявляють місця витоку в колоні.

Після перевірки герметичності колони розбурюють залишений в свердловині цементний стакан, пробку і упорне кільце, заглиблюються нижче башмака колони на 0,5...1 м і приступають до перевірки герметичності затрубного простору. Герметичність затрубного простору перевіряють пониженням в свердловині рівня води (свабуванням). Якщо за 8 годин після пониження, рівень води в свердловині підніметься не більше ніж на 1 м, затрубний простір рахується герметичним, в іншому випадку виконують повторне цементування.

Замість цементного розчину можна використовувати синтетичні розчини, які більш рухливі та швидше схоплюються. В склад такого розчину входять:

- сечовиноформальдегідна смола;
- наповнювач дрібнозернистий пісок;
- укріплювач – соляна кислота, хлорне залізо, солянокислий анілін, щавлева кислота.

Шляхом зміни кількості укріплювача можна регулювати тривалість схоплення розчину від декількох хвилин до 1...2 годин.

7.3. Влаштування фільтрів

Перед опусканням фільтра необхідно перевірити глибину свердловини. Якщо глибина свердловини після припинення буріння не зменшилась, тоді в неї можна встановлювати фільтрову колону. При наявності на забої обрешеної породи необхідно очистити його желонкою і тільки тоді опускати фільтр. Якщо свердловину бурили роторним способом, тоді крім контрольного заміру глибини, необхідно проробити її долотом, одночасно промиваючи глинистим розчином з пониженою густиною і в'язкістю.

Фільтрову колону можна встановлювати такими способами:

- на суцільній колоні обсадних труб з виведенням колони до устя свердловини;
- на колоні обсадних труб з наступним відгвинчуванням частини колони;
- на бурильних трубах з використанням T-подібного ключа.

Фільтрову колону необхідно завжди опускати повільно, плавно і безперервно спостерігаючи за спуском.

Верхня частина надфільтрової частини повинна знаходитись вище башмака експлуатаційної колони труб по проекту але не менше ніж на 3м при глибині свердловини до 50м і 5м при більшій глибині. Між обсадною колоною труб і верхньою частиною надфільтрової труби встановлюється пеньковий, гумовий або гравійний сальник (рис.7.7). Фільтр повинен мати направляючі ліхтарі (скоби), які забезпечують йому розташування по центру свердловини і запобігають від пошкодження під час спуску. Нижня частина фільтрової колони називається відстійником і складається із труби з дерев'яною пробкою або металевою заглушкою. Іноді замість пробки дно відстійника засипають гравієм. Довжина відстійника повинна бути 2м. В свердловинах ударно- канатного способу буріння з обсипним гравійним фільтром відстійник може бути у вигляді башмака – розширювача. При цьому желонкою вибирається пісок із середини башмака- розширювача, колона сідає в водоносний пласт, по затрубному простору засипають гравій, який опускається до низу разом з фільтровою колоною.

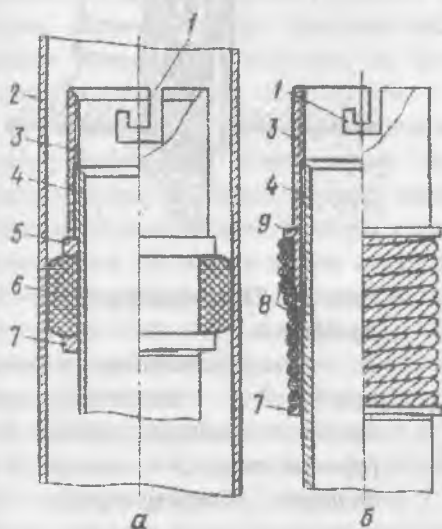


Рис. 7.7. Сальники

а – гумовий розжимний; б – пеньковий розжимний; 1- виріз під ключ; 2- обсадна труба; 3 – муфта; 4 – надфільтрова труба; 5 – рухомий фланець; 6 – гумовий циліндр; 7 – приварений фланець; 8 – пенькова сальникова набивка; 9 – уцілююча ґрундробукса.

При встановленні фільтра “впотай” його опускають на бурильних трубах за допомогою спеціального бурового ключа, який

з'єднується з муфтою надфільтрової труби з вирізом. Цим же ключем закручують муфту 3 для розпору сальника.

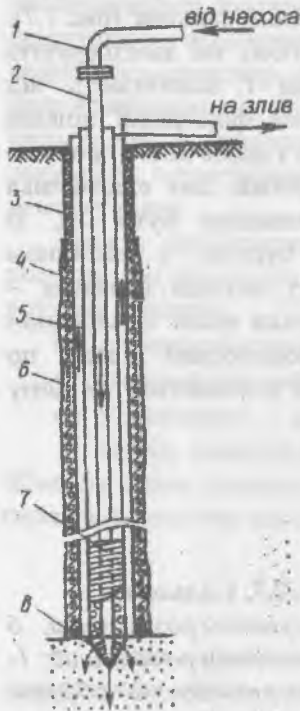


Рис.7.8. Посадка фільтра гідродинамічним способом

1- подача від насоса; 2 – бурильні труби; 3 – кондуктор; 4 – експлуатаційна колона труб; 5 – фільтрова колона; 6 – затрубна цементация; 7 – фільтр; 8 – гідравлічний насадок



Рис. 7.9. Посадка фільтра ерліфтом

1 – експлуатаційна колона труб; 2 – водопіднімальні труби; 3- повітряні труби; 4 – буровий ключ; 5 – сальник; 6 – фільтр; 7 – торець труби

Встановлення фільтрової колони в водоносний пласт одночасно з розбурюванням дає можливість захистити пласт від кольматажу глинистим розчином і може використовуватись при слабконапірних водоносних горизонтах, які складені дрібно- та тонкозернистими

пісками. При бурінні вскривають водоносний пласт, обсаджують обсадними трубами з одночасною цементациєю затрубного простору, а після схоплення цементного розчину приступають до встановлення фільтра такими способами.(рис.7.8, 7.9).

Встановлення фільтра гідродинамічним способом (рис. 7.8) можливо при невеликих глибинах свердловини і невеликих розмірах фільтра. Для цього в фільтрову колону опускають бурильні труби 2 з гідравлічним насадком 8, який виходить нижче відстійника фільтра. Через труби подається вода від насоса. По мірі розмиву піску і під дією власної ваги фільтр входить в пласт. Встановлення сітчастого фільтра за допомогою ерліфта (рис. 7.9) здійснюється так. На нижню частину водопідйомних труб ерліфта надівають фільтр 6 і закріплюють за допомогою бурового ключа 4. Торець труби 7 виходить із фільтра на 0,2м. Потім опускають фільтр до водоносного горизонту і за ним повітряні труби 3. В ерліфт, від компресора, поступає стиснуте повітря. Одночасно від бурового насоса, в просвіт між обсадними трубами і водопідйомними трубами, подається вода для забезпечення роботи ерліфта. По мірі виносу піску фільтр опускається у водоносний горизонт. По досягненні заданої позначки, подача води і повітря припиняється і обертанням водопідйомної колони розсувають муфтою на лівій різі сальник. Дно фільтра засипають гравієм або цементують.

Особливу складність має влаштування обсипних фільтрів. При цьому водоносний пласт може бути розширений чи ні перед влаштуванням обсипки. Можна навести такі способи влаштування обсипки. Влаштування фільтра одночасно з промивкою (рис.7.10) проводиться після опускання каркаса фільтра на допоміжній колоні, яка має ліву різьбу. В середину допоміжної колони і каркаса фільтра входить колона бурильних труб, яка на лівій різьбі з'єднується з відстійником. Відстійник має зворотний клапан і отвори для пропуску води. При подачі води вона розмиває глинисту корку з стінок свердловини. Після розглинизації в свердловину засипають гравій, припиняють подачу води, бурильні труби і допоміжну колону відгвинчують правим поворотом і вилучають із свердловини. В даному випадку сальником служить гравій.

Метод влаштування обсипного гравійного фільтра з подачею гравію через бурильні труби (рис.7.11) використовується при глибині свердловини більше 300м. Гравій подається в бурильні труби від

гравієзапитувача 1 та розподіляється по площі гравієрозподільником 5. Гравієзапитувач являє собою лійку, в яку засипається гравій

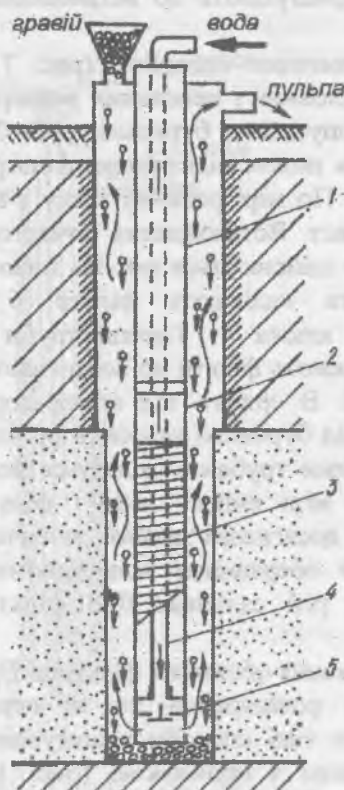


Рис. 7.10. Розглинизація свердловини з засипкою гравію

1-допоміжна труба; 2 – нагнітальна лінія; 3 – бурильні труби; 4 – гравієрозподільник; 5 – каркас фільтра; 6 – вікна; 7 – клапани; 8 – опорне промив очна колона; 9 – кільце; 10 – каркас фільтра; 11 – труба

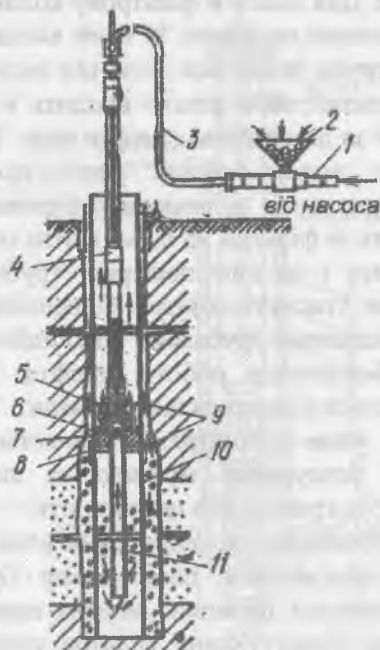


Рис. 7.11. Подача гравію в зафільтровий простір

1 – гравієзапитувач; 2 – лійка; 3 – нагнітальна лінія; 4 – бурильні труби; 5 – гравієрозподільник; 6 – вікна; 7 – клапани; 8 – опорне кільце; 9 – сальник; 10 – каркас фільтра; 11 – труба

крупністю 2...5мм, і ежекторний пристрій. Від насоса до ежектора подається вода, яка всмоктує зерна гравію і поступає в бурильні труби. Бурильні труби під'єднуються до опорного патрубку на верху

надфільтрової труби. Цей патрубок має опорне кільце 8, вікна 6 з клапаном 7 та з'єднується з гравієрозподільовачем 5. При подачі гравію клапан у вікні вільно пропускає гравій в канали гравієрозподільовача і далі в затрубний простір. При відкачці води клапан закривається і не пропускає в середину фільтрової колони частинки водоносної породи.

При ударно-канатному способі буріння з влаштуванням гравійної обсіпки фільтр "впотаї" спускають на трубах за допомогою сталевого ключа але закритим зверху кожухом. Це робиться для того, щоб гравій, який засипається в зафільтровий простір, не потрапляв в середину фільтра. Фільтр можна опускати і на трубі з лівою різью. Для цього на верхній частині надфільтрової труби нарізають ліву різь і накручують на неї муфту, яку перехідником з'єднують з трубами. Після спуску фільтра, в результаті обертання муфта скручується і разом з трубами вилучається на поверхню.

Водоприймальна частина свердловин може бути безфільтровою. Безфільтрові свердловини влаштовують у

- стійких твердих тріщинуватих породах (граніт, базальт);
- сипких піщаних породах (частіше дрібно- та тонкозернистих пісках).

У стійких породах під час буріння розкривають водоносний шар, закріплюють стінки обсадними трубами, а потім розбурюють водоносний пласт діаметром, меншим за діаметр експлуатаційної колони труб (рис. 7.12а). Останнім часом такий спосіб стали використовувати при заборі води із в'язких порід (крейда). Технологія формування водоприймальної поверхні передбачає розбурювання водоносного пласта з метою його розрихлення, невеликого підняття бурового снаряду з подальшою промивкою чистою водою.

Безфільтрову свердловину в сипких можна влаштувати, якщо над піщаним водоносним пластом є стійкі породи - вапняк, доломіт, щільні глини (рис. 7.12б). Після розкриття водоносного пласту і закріплення стінок обсадними трубами воду відкачують ерліфтом. Завдяки цьому утворюється вирва (каверна у вигляді прямого конусу), стінки якої під час подальшої експлуатації і відкачування постійних витрат води пропускають воду і затримують пісок. Діаметр вирви може бути до 10 м, а глибина до 3 м. Ефективність роботи такої свердловини в тонко- та дрібнозернистих пісках пояснюється тим, що вдається влаштувати нахилену поверхню вирви. Площа цієї поверхні перевищує поверхню фільтра при заборі води із таких порід.

Безфільтрові свердловини мають ряд переваг:

- вони довговічні і надійні в роботі;
- дозволяють забирати воду із порід з малою водопроникністю;
- зменшують глибину свердловини і витрати труб;
- мають менші будівельні і експлуатаційні витрати.

Безфільтрові свердловини є досконалими за способом розкриття водоносного горизонту.

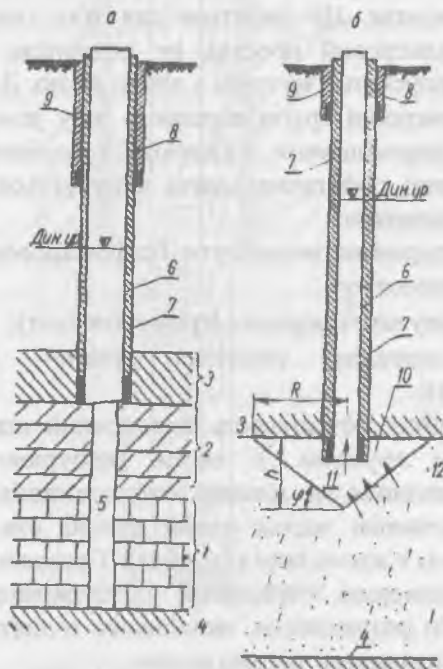


Рис. 7.12. Безфільтрові свердловини

а – в стійких породах; б – в пісках; 1 і 2 – водоносні пласти в стійких породах; 3 – покрівля водоносних пластів; 4 – водотривкі породи; 5 – водоприймальна частина свердловини; 6 – колона обсадних труб; 7 – цементний тампонаж; 8 – кондуктор; 9 – цементний тампонаж; 10 – водоприймальна вирва; 11 – водоприймальна поверхня вирви; 12 – водоносний пласт (пісок)

З метою використання таких свердловин у разі слабких покрівель нині розроблено ряд технологій для зміцнення покрівель та зберігання каверни на протязі тривалого часу:

- обсадні труби зупиняються в покрівлі, вскривається водоносний пласт долотом меншого діаметрі;

- те саме, але при відкачці і утворенні каверни передбачається, що звід (покрівля) частково обривається і його порода також відкачується;

- водоносний пласт вскривається колоною обсадних труб і як в попередньому випадку звід частково обривається;

- після влаштування каверни в неї закачується гравій, який в подальшому буде утримувати покріпło від обвалу, при цьому це може робитись подібно як при влаштуванні гравійних фільтрів, тобто гравій нагнітається напірним методом разом з водою або засипається під час відкачки;

- в свердловину в утворену каверну опускається еластична, герметична місткість з радіусом каверни, в яку через повітряні труби і спеціальний розподільник нагнітається повітря, місткість роздувається і як поплавець утримує в подальшому покріпło від обвалення;

- після вскриття водоносного пласта, стінки свердловини обсаджуються трубами з одночасною цементацією затрубного простору, розбурюється цементна пробка, на колоні бурильних труб опускається розпилювач (перфорована труба, яка заглушена знизу, довжиною 0.5...1м) з ущільнювачем на рівні башмака труби, в свердловину закачується розчин, який швидко схоплюється, підвищеної проникненості (синтетичні смоли, силкатні розчини), цей розчин закріплює покріпło і не проникає в обсадну трубу, після цього робиться каверна.

7.4. Розглинизація свердловин

Процес розкриття і освоєння водоносних пластів – дуже важливий етап в загальному комплексі робіт по спорудженню свердловин.

Широке застосування обертового способу буріння з глинистим розчином привів до значного зниження дебітів свердловин. Час який витрачається на освоєння свердловини складає в середньому біля 25% загального часу буріння, а в деяких організаціях – 40%.

Глинизація пласта і зниження його проникненості призводить до зменшення продуктивності (дебіту) свердловини і вимагає спеціальних робіт по ліквідації цього шкідливого явища.

Кольматация – складний фізико-механічний процес зниження проникненості пласта, який протікає в часі. Розрізняють три зони кольматации пласта: проникнення частинок бурового шлам (механічний кольматаж), глинистого розчину і фільтрату глинистого розчину. Зона механічного кольматажу в сипких водовміщуючих породах невелика – не більше 10...15мм. При розкритті пласта глинистим розчином на стінках свердловини утворюється глиниста кірка товщиною 3...6мм, що в свою чергу обмежує поступлення

глинистого розчину і шлам в пласт. В піщаних породах глибина проникнення глинистого розчину складає в середньому не більше 20мм. Глиниста кірка на стінках свердловини формується на протязі від декількох хвилин до 30хв. Її проникність в 1000...10 000 раз менше проникності пласта, тому після формування глинистої кірки в пласт попадає тільки фільтрат глинистого розчину, який містить тонкодисперсні і колоїдні частинки глини, які набухають і сприяють зниженню проникненості пласта.

Спостерігається глинизація і самого фільтру.¹ Розрізняють глинизацію статичну (фільтр встановлений в свердловині, яка заповнена глинистим розчином) і динамічну (фільтр опускається в свердловину, яка заповнена глинистим розчином).

Вибір способу розглинизації визначається гідрогеологічними умовами, технологією бурових робіт, конструкцією свердловини, фільтра та іншими факторами.

Розглинизація полегшується, якщо:

- Водоносний горизонт характеризується високим напором і представлений стійкими породами без прошарків глини, а також крупними середньозернистими пісками, гравієм, галечником;
- Під час проходки водоносного горизонту не застосовують глинистий розчин, пласт розкривають водою або аерованим розчином;
- Фільтр встановлений в свердловину відразу по закінченні буріння, а процес розглинизації починається відразу після встановлення фільтра;
- Фільтр має максимально допустиму шпаруватість;
- Зберігається достатній просвіт між стінками свердловини і фільтром.

В загальній проблемі розглинизації розрізняють дві групи задач, які пов'язані з розглинизацією пласта і фільтра. Очевидно, ефективним рахується такий спосіб, який успішно вирішує обидві задачі. Всі способи по принципу дії діляться на шість груп.

До першої групи відносяться способи, у яких руйнування продуктів колюматції і вилучення їх із призабійної зони здійснюється потоком води.

Промивка свердловини через робочу поверхню фільтра. Суть цього способу заключається в тому, що вода через бурильні труби

нагнітається в середину фільтра і через його робочу поверхню поступає в зафільтровий простір. Така промивка забезпечує кращу розглинизацію самого фільтра, головним чином його верхньої частини. Але розглинизація стінок свердловини відбувається менш ефективно.

— Обробка сухим льодом. В США застосовують спосіб відновлення дебітів свердловин за допомогою сухого льоду (тверда вуглекислота). Сухий лід вступає в реакцію з водою, що викликає руйнування глинистої корки і продуктів коьматациї. Після закінчення обробки пласта свердловину промивають. Щоб не було передчасної взаємодії з водою, сухий лід доставляють в зону пласта, в спеціальних контейнерах.

Витрати твердої вуглекислоти для свердловини діаметром 150...200мм складають від 5 до 20кг, але в середньому не більше 1кг на 10м стовбура свердловини.

Затрубна (зафільтрова) промивка. Глинистий розчин і глинисту корку вилучають шляхом промивки затрубного простору водою. Для цього в башмак фільтра вкручують на лівій різьбі бурильні труби, через які подають воду. На експлуатаційній колоні закріплюють оголовок для відводу промивної рідини. Якщо фільтр встановлюють в експлуатаційній колоні, бурильні труби на оголовок свердловини закріплюють сальником. В цьому випадку свердловину обладнують кондуктором, який цементується до устя.

Промивка фільтра всередині йоршом. Часто цей спосіб виконують за допомогою, так названого, гідравлічного йорша. По характеру процесу розглинизації, спосіб промивки фільтра всередині йоршом близький до промивки свердловини через робочу частину фільтра. Гідравлічний йорш дозволяє сконцентрувати воду на обмеженій ділянці фільтра, що підвищує ефективність його дії. Гідравлічний йорш представляє собою відрізок перфорованої труби довжиною 0,8...1,0м, який має зверху і знизу гумові манжети по внутрішньому діаметрі фільтра. В свердловину його опускають на трубах, по яким подається вода. В процесі розглинизації йорш переміщується по довжині фільтра.

До другої групи відносяться способи розглинизації, які ґрунтуються на руйнуванні і вилученні продуктів коьматациї шляхом зниження протидії стовпа промивного розчину на пласт.

Прокачування насосом і ерліфтом. Цей спосіб застосовують при розглинизації напірних водоносних горизонтів. Перед

прокачуванням свердловину промивають водою. Якщо водоносний пласт представлений тріщинуватими породами або галечниками, прокачування ведуть з максимальною продуктивністю, яка забезпечує максимальний перепад тиску. Для підвищення ефективності періодично зупиняють прокачку, тобто створюють, так названі, гідравлічні удари в зоні фільтра.

Свабування і желонування. Цей спосіб застосовують для розглинизації слабонапірних горизонтів і проводять шляхом періодичного переміщення вверх і вниз поршня – сваба всередині експлуатаційної колони. Сваб представляє собою металевий диск, діаметр якого дещо менший діаметра (внутрішнього) труб, з гумовим клапаном. При ході свабу вверх тиск в трубах під свабом знижується і із прифільтрової зони засмоктується глинистий розчин, і зі стінок свердловини опадає глиниста корка. При ході свабу вниз клапан відкривається і глинистий розчин проходить в простір над свабом. Сваб опускають в свердловину на бурильних трубах. Хід його досягає декількох десятків метрів.

Комбінований спосіб розглинизації. Головна причина низької ефективності багатьох способів розглинизації заключається в тому, що кожний із них направлений на вирішення якоїсь однієї задачі: або розглинизації стінок свердловини, або очистки фільтра. Необхідно, щоб процес розглинизації був комплексний і включав операції по відновленню проникненості свердловини і фільтра. Цим вимогам відповідає комбінований спосіб розглинизації.

До профілактичних заходів, які повинні забезпечувати мінімальну кольматацію водоносного пласта і фільтра під час проходки і обладнання свердловини фільтром, відноситься використання для розглинизації аерованих розчинів, оброблених ПАР (поверхнево активні речовини.) Це дозволяє знизити густину промивного розчину і зменшити протитиск на пласт, а також кольматацію пласта і фільтра за рахунок закупорювання отворів, і порових каналів пласта, і фільтра бульбашками повітря.

В середині колони над фільтром може бути встановлена цементна пробка. Процес розглинизації проводять шляхом зворотнього всмоктування через вікна фільтра. Для покращення якості розглинизації після пробної відкачки, краще промити фільтр чистою водою за допомогою бурового насоса. Для цієї мети використовують гідравлічний йорш або гідронасадки. Промивка фільтра водою всередині збільшує дебіт на 20...40%.

Третю групу складають способи, які дозволяють за допомогою механічних розширювачів, ексцентричних доліт, обробкою стінок свердловини струменем потоку рідини через насадки руйнувати зону кольматації пласта.

Четверту групу складають способи закачування води в пласт, в результаті чого руйнуються зв'язки продуктів кульматації із водовміщуючою породою і продукти кольматації переміщуються в глибину пласта, вивільняючи, при цьому, призабійну зону.

До п'ятої групи входять способи, які основані на гідродинамічній дії на пласт.

Гідравлічний удар. При ударі на поверхню води, яка заповнює фільтрову колону, миттєво тиск розподіляється у всі сторони однаково. Удар по поверхні води виконується желонкою, яка заповнюється металевими предметами. Маса желонки досягає 1,0...1,5т, висота підйому 4...5м.

Вибух заряду або торпеди детонуючого шнуру (ТДШ). Характерна особливість вибуху – висока швидкість розповсюдження хвилі, яка дорівнює 4000...9000м/с. Вибух супроводжується ударною хвилею. Ударна хвиля по фронту свого руху призводить до підвищення тиску. Тиск за фронтом швидко падає. В момент вибуху в результаті хімічної реакції утворюються газові продукти, які починають діяти на прилягаючу до заряду рідину. Хвиля стиснення розповсюджується зі швидкістю звуку в стиснутій рідині. Утворена газова бульбашка викликає зміщення навколишньої рідини. Таким чином, від джерела вибуху в сторону пласта розповсюджується, так названа, газова бульбашка.

Для проведення вибуху найчастіше використовують торпеду із детонуючого шнуру – ТДШ, яка складається із заряду та 2...3 ниток детонуючого шнуру у водостійкій обгортці ДШ – В, якій вміщує від 12 до 13,5г вибухової речовини на 1м; електродетонатора (ЕД –8, ЕД –С) для підриву заряду торпеди; пристроїв для кріплення шнуру і центрування торпеди в зоні фільтра та кабельної головки, для кріплення торпеди до кабелю. Довжина торпеди повинна відповідати довжині фільтра. Потужність торпеди (число ниток шнуру) підбирають в залежності від конструкції фільтра та інших конкретних умов.

До шостої групи входять способи, які основані на обробці призабійної зони кислотою, спеціальними хімічними речовинами, що

сприяють розпаду розчину, або розчиняють продукти кольматації і водовміщуючих порід.

Обробка пласта соляною і плавиковою кислотами. Даний спосіб оснований на здібності соляної кислоти розчиняти карбонатні породи. Солянокислотні обробки пласта застосовують для відновлення дебітів свердловин, які понизились в процесі експлуатації. Розрізняють два види кислотних обробок: кислотні ванни і кислотні обробки під тиском. Для запобігання корозії фільтрів в склад соляної кислоти водять антикорозійні добавки – інгібітори. Після кислотної обробки свердловину промивають і проводять відкачку до вилучення продуктів хімічної реакції.

7. 5. Влаштування оголовка, камер, павільйона

Для будь-якого способу буріння верхня частина експлуатаційних колон труб повинна виступати над підлогою не менше ніж на 0,5 м і бути обладнана оголовком, який забезпечує герметизацію устя свердловини і відповідні умови для її експлуатації. В свою чергу оголовок повинен бути захищений від навколишнього середовища наземним павільйоном або підземною камерою (рис. 7.13). Підземні камери влаштовуються при сухих ґрунтах і низькому рівні ґрунтових вод, наземні павільйони - у вологих ґрунтах. При розміщення свердловин на затоплюваних територіях павільйони навіть будуються на підсипках і під захистом дамб обвалування. Розміри камер і павільйонів приймаються із умови розміщення в них крім оголовків, насосів і електродвигунів (при умові, що вони не в свердловині), приборів опалення, пускової та контрольно- вимірювальної апаратури та приборів автоматики, нагнітального трубопроводу, на якому встановлені засувка, вантуз, пробно- спускний кран для відбору проб, трубопроводу промивної води з засувкою, які потрібні для скиду води при пуску та промивці свердловини. У павільйонах над віссю свердловини слід передбачати отвір для ремонту свердловини.

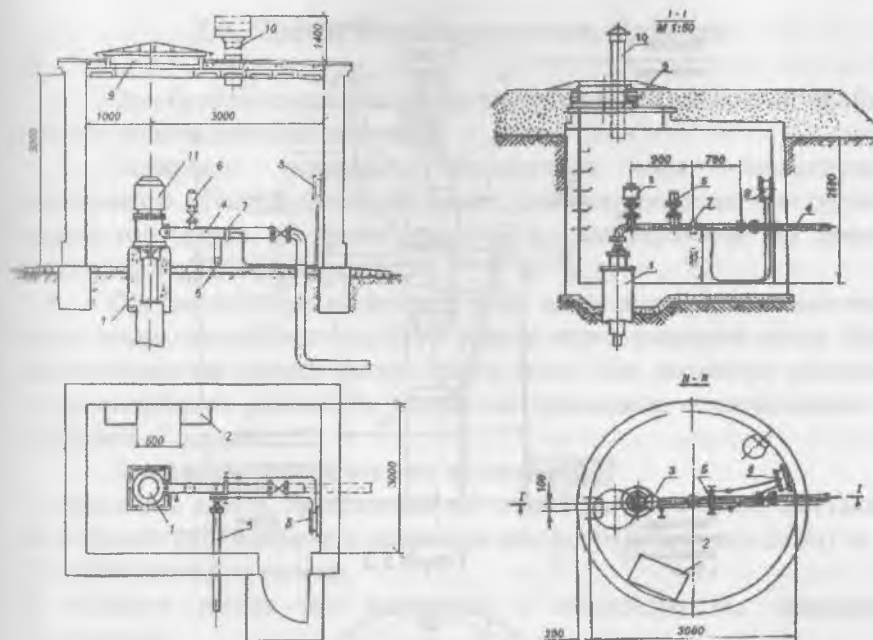


Рис. 7.13. Схеми наземних павільйонів (а) та підземних камер (б)

1 - оголовок свердловини; 2 - електродвигун; 3 - засувка; 4 - дифманометр; 5 - трубопровід із засувкою для скидання промивної води; 6 - вантуз; 7 - кран для відбору проб; 8 - трубопровід з вентелем для заливки насоса; 9 - зворотній клапан; 10 - скоби ходові; 11 - бітумна ізоляція; 12 - днище; 13 - прямик; 14 - щит управління; 15 - сітка; 16 - насос; 17 - підшипник насоса; 18 - експлуатаційна колона; 19 - манометр; 20 - електрокабель.

Конструкція оголовка свердловини повинна забезпечувати повну герметизацію, а також давати змогу для проведення замірів рівня води у свердловині та введення електричного кабеля. Типова конструкція оголовка свердловини з зануреними насосами і подачею води нагнітальними трубопроводами наведена на рис. 7.14., а основні розміри до цього рисунка – в таблиці 7.2. Між нижнім і верхнім фланцями встановлюється гумова прокладка.

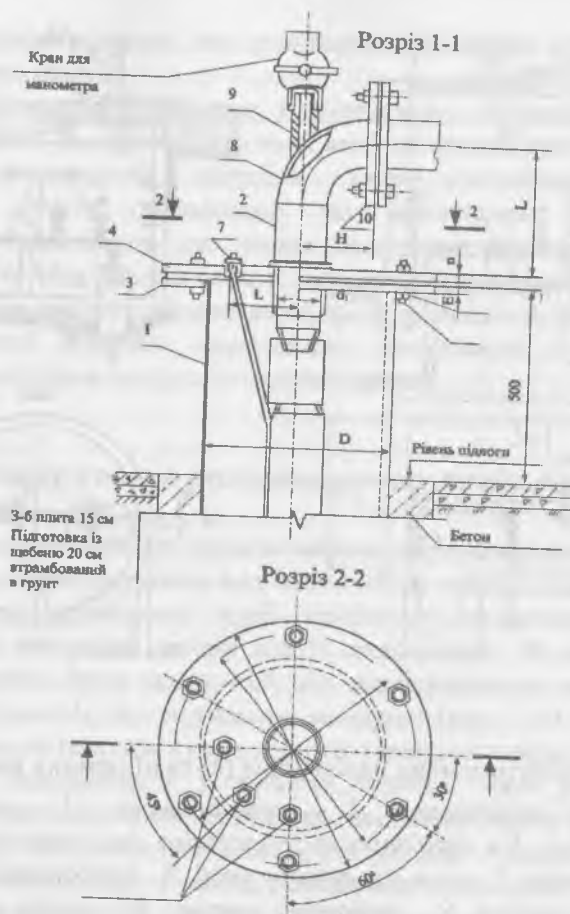


Рис. 7.14. Типовий оголовок для свердловини з насосами ЕЦВ
 1 — експлуатаційна колона; 2 — водопідйомна труба; 3,4 — нижній та верхній фланці оголовка; 5,6 — болт та гайка; 7 — отвір під електрокабель; 8 — коліно; 9 — патрубок під манометр; 10 — фланці для з'єднання із трубою для подачі води; 11 — кондуктор

Таблиця 7.2.

Розміри оголовка свердловини

Тип насосів	Д	Д ₁	Д ₂	Л	Л	Р	Н
ЕЦВ-6	219	280	61	200	70	320	62
ЕЦВ-8	273	335	89	270	84	375	128
ЕЦВ-10	324	395	115	310	110	440	158

7.6. Проведення тимчасових відкачок

При бурінні свердловин використовуються попередні, пробно-експлуатаційні, дослідні відкачки.

Попередні відкачки проводяться для попереднього опробування неексплуатованих, таких, що були розкриті при бурінні, водоносних шарів, а також для очистки свердловини від шламу, сміття, глинистого розчину.

Пробно-експлуатаційні відкачки проводять з метою вивчення якості води, орієнтовного дебіту і відповідного зниження рівня. Вони виконуються на протязі однієї- трьох змін. При достатньо вивчених гідрогеологічних умовах їх можна не проводити, а переходити до дослідних відкачок.

Дослідні відкачки повинні встановити:

- 1) залежність дебіта свердловини від зниження рівня води, при цьому обов'язково слід визначити зниження при розрахунковому дебіті та на 25...30% більше за нього;
- 2) стійкість дебіта або зниження в залежності від тривалості експлуатації;
- 3) вихідні дані для визначення коефіцієнтів фільтрації та п'єзопровідності, радіусу впливу;
- 4) хімічні, фізичні, бактеріологічні показники води, та можливість їх змін;
- 5) зв'язок експлуатованого горизонту з поверхневими водами або суміжними водоносними горизонтами;
- 6) взаємодію з іншими водозабірними свердловинами.

Загальна тривалість відкачок повинна бути не менше 1...2 діб на кожне зниження, а при групових або кустових свердловинах ця тривалість збільшується в 1,5...2 рази, в залежності від порід можна приймати таку тривалість відкачок:

- глибокі напірні води з тріщинуватих порід, щільних пісків при коефіцієнті фільтрації 0.5...5м/доб – 3...5 діб для поодиноких та 5...7 діб для кустових і групових;
- те саме але коефіцієнт фільтрації менше 0.5 – відповідно 5...7 та 3...10 діб.

Відкачка звичайно проводиться штанговими насосами або ерліфтами. Не дивлячись на низький коефіцієнт корисної дії, краще використовувати ерліфт, так як він не має робочих частин, які рухаються в процесі роботи, може працювати при великій кількості

піску або шламу у воді, має високу продуктивність при малих діаметрах свердловини. Працює ерліфт за принципом сполучених посудин – повітря подається в нижню частину водопіднімальних труб, утворює водоповітряну суміш, яка підіймається вгору через гідростатичний тиск води в свердловині. Ерліфти можуть використовуватись за схемами “поруч” (паралельно) (рис.7.15), коли водопіднімальні і повітряні трубки розташовані одна біля одної, та “усередині” (центрально), коли повітряна трубка розташована в водопіднімальній трубі. При однакових діаметрах труб продуктивність ерліфту за схемою “поруч” більша на величину до 30%. Це дає змогу без підняття водопіднімальної труби, а тільки із заміною підключення повітряної трубки, змінювати продуктивність ерліфта і величину зниження.

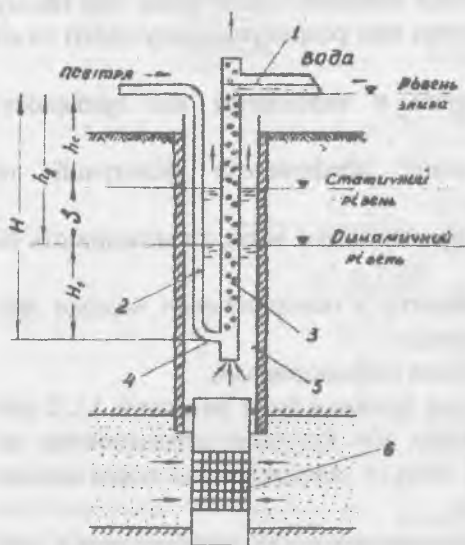


Рис. 7.15. Схема ерліфта

- 1 - труба для відводу води із свердловини;
- 2 - повітряна труба;
- 3 - водопідйомна труба;
- 4 - змішувач;
- 5 - експлуатаційна колона обсадних труб;
- 6 - фільтр.

Діаметр водопідйомної труби визначається за швидкістю повітряно-водяної суміші, приймається 2,5...3,0 м/с над форсункою та 6...8 м/с на ділянці виливу, а діаметр повітряної труби за швидкістю повітря 5...10 м/с. Можливо діаметри труб можна приймати за таблицею 7.3. в залежності від продуктивності ерліфта.

Таблиця 7.3.

Діаметри повітряних труб в залежності від кількості повітря

Кількість повітря, м ³ /год	Діаметр повітряної труби, мм	Кількість повітря, м ³ /год	Діаметр повітряної труби, мм
10...34	15...20	201...400	40...50
34...59	20...25	401...700	50...70
60...100	25...32	701...1000	70...80
101...200	32...40	1001...1600	80...100

Глибина занурення змішувача ерліфта

$$H = K h_g, \quad (7.5)$$

де $K = 1,5 \dots 3,0$ – коефіцієнт занурення змішувача; h_g – напір ерліфта, м.

$$h_g = h_{\text{ст}} + H_{\text{ст}} + S_{\text{ст}} \quad (7.6)$$

де $h_{\text{ст}} = 1$ м – висота виливу води над устем свердловини; $H_{\text{ст}}$ – глибина статичного рівня, м; $S_{\text{ст}} = Q_{\text{ст}}/q_{\text{ст}}$ – зниження рівня під час відкачки, м; $q_{\text{ст}} = 1,25 q_{\text{ср}}$ – розрахункова продуктивність ерліфта.

Таблиця 7.4.

Внутрішні діаметр водопіднімальних і повітряних труб ерліфтів

Витрати води, л/с	Діаметр труб, мм при розташуванні			
	Поруч		Усередині	
	водопіднімальної	Повітряної	Водопіднімальної	Повітряної
1-2	10	12		
2-3	50	12-20	50	12.5
3-5	63	20-25	63	26
5-6	63	20-25	75	20
6-9	75	25-32	88	25
9-12	88	25-32	100	32
12-18	100	32-38	125	38
18-30	125	38-50	150	50
30-45	150	50-63	200	75

При подачі води ерліфтом з глибини 100 м та більше для забезпечення оптимальних швидкостей руху водоповітряної суміші

раціонально застосовувати ступінчасту водопідйомну колону з діаметром труб верхньої частини, яка в 1,5...2 рази перевищує діаметр в нижній частині. Від одного діаметра до іншого необхідно переходити за допомогою конусного патрубка.

Тип ерліфта і діаметри трубок підбирають згідно таблиці 7.4. і перевіряють на можливість використання цього ерліфта в свердловині (низ водопіднімальної трубки повинен бути на 0,5 м вище надфільтрової труби і нижче змішувача на 3...5м).

Питомі витрати повітря на підняття 1 м³ води

$$q_{\text{пов}} = \frac{h_g}{C_1 \lg \frac{h_g(K-1)+10}{10}}, \quad (7.7)$$

де C_1 дослідний коефіцієнт, який залежить від " K " –коефіцієнта занурення.

K	2,85	2,5	2,2	2	1,8	1,7
C_1	13,6	13,1	12,4	11,5	10	9

Найбільш рівномірно ерліфт працює при K наближеного до 3.

Продуктивність компресора, м³/год дорівнює

$$Q_{\text{ком}} = q_{\text{пов}} q_{\text{від}}, \quad (7.8)$$

Пусковий та робочий тиск повітря, МПа дорівнює

$$P_{\text{пуск}} = 0,01(K h_g - H_{\text{ст}} - h_{\text{вил}} + 2), \quad (7.9)$$

$$P_{\text{роб}} = 0,01(h_g(K_1 - 1) + 5), \quad (7.10)$$

Для подачі повітря до ерліфтної установки передбачається пересувна компресорна станція.

Монтується ерліфт із допомогою бурового агрегата, треноги або автокрана. При схемі „усередині” опускають спочатку водопіднімальну трубу, а потім повітряну. Нарощують труби із допомогою двох пар хомутів послідовно, при цьому змішувач встановлюється на 2...3м вище зрізу водопіднімальних труб. При схемі „поруч” колони труб опускають одночасно і закріплюють хомутами і відпаленого дроту. Опущені колони підвішують хомутами на гирлі свердловини і монтують оголовок ерліфта (пристрій для відведення водоповітряної суміші і вимірювальний лоток).

7.7. Обладнання для постійних відкачок та його встановлення

Для підйому води рекомендується застосовувати насамперед відцентрові насоси із зануреними електродвигунами (занурені насоси). В тому випадку, коли занурені насоси використовувати нецільно або неможливо, допускається застосування іншого водопідйомного обладнання - водоструменевих та ерліфтних установок, горизонтальних або вертикальних насосів при високому статичному рівні.

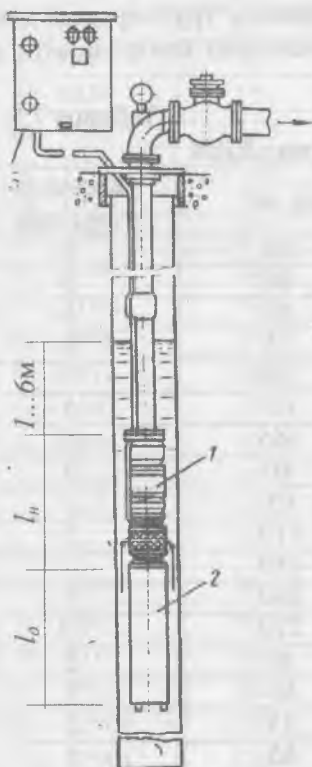


Рис. 7.16.
Загальний вигляд
зануреного насоса
1-насос; 2-електро
двигун; 3-щит
управління

Занурені насоси типу ЕЦВ призначені для подачі води із свердловин із загальною мінералізацією не більше 1500 мг/л, з водневим показником pH від 6,5 до 9,5, з температурою до $25^{\circ}C$, з вмістом твердих механічних домішок не більше 0,01% по масі. Насоси типу ЕЦВ мають декілька ступенів; при експлуатації в свердловинах їх встановлюють у вертикальному положенні. Працюють вони із обов'язковим підпором, який складає 1...6 м. В позначенні насосів типу 1ЕЦВ (ЕЦВ10-63-65) перша цифра перед буквами вказує на порядковий номер модифікації; цифри за буквами позначають мінімально допустимий для даного типорозміру внутрішній діаметр свердловини в мм, зменшеної в 25 разів; тобто в дюймах, наступні цифри - подача в $m^3/год$; останні цифри — напір в м.

Схема встановлення занурених насосів наведена на рис 7.16. В занурених насосах, потужність та к.к.д. зв'язані з продуктивністю насоса. Тому підбір і визначення робочих параметрів насоса

виконують за робочими характеристиками. Основні параметри занурених насосів типу ЕЦВ наведені в таблиці 7.5.

Насоси опускають в свердловину послідовно з'єднуючи насос та водопідйомні труби. При нагвинчуванні труб труби, які вже опущені в свердловину, утримуються хомутами, які підводяться під муфти труб. Кабель закріплюють до колони труб бляшаними смуговими затискачами. Під час експлуатації насос замінюється із допомогою треноги або автокрана. Занурений насос повинен постійно бути під водою, тому при його опусканні в свердловину слід враховувати зниження рівня під час відкачки. Насос включають через годину після опускання, при цьому засувка на напірному трубопроводі повинна бути закрита. Після пуску насоса слід постійно контролювати рівень води.

Таблиця 7.5.

Основні дані електронасосів типу ЕЦВ

Тип насоса	Подача, м ³ /год	Напір, м	Кількість ступенів
1ЕЦВ6-10-80	10	50	6
ЕЦВ6 – 10-80	10	80	9
3ЕЦВ6-16-50	16	50	6
ЕЦВ6 – 16-75	16	75	9
3ЕЦВ8-25-100	25	100	7
ЕЦВ8-40-65	40	65	5
ЕЦВ8-40-165	40	165	12
ЕЦВ10-63-40Г	63	40	2
1ЕЦВ10-63-65	63	65	3
ЕЦВ10-63-110	63	110	5
1ЕЦВ10-63-150	63	150	7
1ЕЦВ10-63-180	63	180	9
ЕЦВ10-63-270	63	270	11
ЕЦВ10-120-40Г	120	40	2
1ЕЦВ10-120-60	120	60	3
ЕЦВ10-160-35Г	160	35	2
ЕЦВ10-160-65	160	65	4
ЕЦВ12-160-65	160	65	2
ЕЦВ12-160-100	160	100	3
ЕЦВ12-160-140	160	140	4

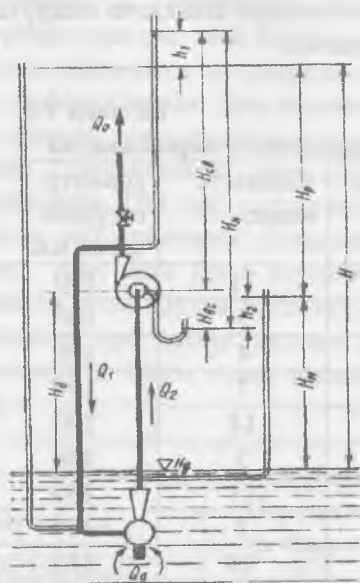
В останні часи почали використовувати насоси закордонного виробництва (табл.7.6), які виготовляються із більш міцних матеріалів, мають значно більшу вартість, проте вони більш надійні,

довговічні, можуть відкачувати воду з більшою кількістю піску, навіть використовуються для тимчасових відкачок.

Таблиця 7.6.

Характеристики насосів WILO закордонного виробництва

Марка насоса	Подача, м ³ /год	Напір, м	Кількість колес	Діаметр свердло- вини, мм
TWU 4 - 0211	1.7	34	11	100
TWU 4 - 0405	3.2	21	5	100
TWU 4 - 0804	7.5	21	4	100
TWU 4 - 1607	15	23	7	100
TWU 4 - 1614	15	78	14	100
TWU 6r - 1005	11.25	38	5	150
TWU 6r - 1011	11.25	82	11	150
TWU 6r - 1503	15	28	3	150
TWU 6r - 1510	15	92	10	150
TWU 6r - 2008	20	78	8	150
TWU 6r - 3106	33	63	6	150
TWU 8r - 4806	50	92	6	200
TWU 8r - 4818	50	273	18	200
TWU 6s - 5502	57	17	2	150
TWU 6s - 5505	57	40	5	150
TWU 6s - 5509	57	71	9	150
TWU 6s - 5511	57	86	11	150
TWU 6s - 5515	57	117	15	150
TWU 8s - 7501	80	14	1	200
TWU 8s - 7504	80	56	4	200
TWU 8s - 7510	80	138	10	200
TWU 8s - 7514	80	191	14	200
TWU 8s - 12501	130	15	1	200
TWU 8s - 12504	130	58	4	200
TWU 8s - 12506	130	89	6	200
TWU 8s - 12510	130	147	10	200
TWU 10s - 15002	140	55	2	250
TWU 10s - 15008	140	235	8	250
TWU 10s - 20002	220	46	2	250
TWU 10s - 20006	220	149	6	250



Водоструменеві установки складаються із горизонтального відцентрового насоса, який розташований на поверхні землі, та струменевого апарату. Вони призначені для подачі води із свердловин та шахтних колодязів (рис.7.17). До недоліків водоструменевих установок відноситься великі витрати електроенергії та незначний коефіцієнт корисної дії (приблизно 35%).

Рис. 7.17. Розрахункова схема водоструменевої установки

Гідравлічний розрахунок водоструменевої установки заключається у визначенні такого її режиму роботи, при якому струменевий апарат та відцентровий насос взаємозадовільняють один одного за витратами і напорами та забезпечують стійкий режим роботи установки при подачі необхідних витрат води. Графоаналітичний спосіб розрахунку водоструменевих установок передбачає накладання на відому робочу характеристику використаного відцентрового насоса серії струменевих апаратів з різними відношеннями проточної частини.

Параметри оптимального струменевого апарату визначаються за характеристикою прийнятого відцентрового насоса (продуктивності Q_n , напору насоса H_n). Площа вихідного перерізу сопла

$$F_1 = Q_1 / (\mu \sqrt{2gH}), \quad (7.11)$$

де H – перепад тиску в струменевому апараті,

Q_1 – робочі витрати,

μ – коефіцієнт витрат сопла, який приймається рівним 0,95...0,97

Діаметр сопла

$$d = \sqrt{1.27 F_1}, \quad (7.12)$$

Діаметр камери змішування

$$D = d \sqrt{\alpha}, \quad (7.13)$$

де α — відношення площі камери змішування до площі сопла

Довжину камери змішування приймають $L = (6 \dots 8)D$; кут розкриття дифузора $\theta = 5 \dots 9$ градусів. Для забезпечення безкавітаційної роботи струменевого апарату його заглиблюють під динамічний рівень на $0,1H_0$, тому довжина труб напірної та водопідйомної лінії дорівнює $L_{1,2} = 1,1 H_0$.

Водоструменеві установки рекомендується використовувати при:

- кількість водозабірних свердловин - більше 2;
- добові витрати - не менше $400 \text{ м}^3/\text{доб}$;
- глибина статичного рівня в свердловині - не більше 40 м.

7.8. Влаштування зон санітарної охорони

Фільтраційний природний потік до підземного поодинокого водозабору в однорідному, необмеженому по розташуванню водоносному горизонті наведено на рис. 7.18.



Рис. 7.18.
Схема
фільтрації
підземних
вод до
водозабору

Область фільтрації до водозабору може бути розділена на дві частини. В внутрішній області, яка прилягає до водозабору, траєкторія руху частинок води або лінія току підземних вод закінчується на водозаборі, в зовнішній області траєкторії руху частинок води або лінії току оминають водозабірні споруди. Внутрішню зону називають областю живлення підземного водозабору N . Зона санітарної охорони водозабору повинна збігатись із зоною живлення, так як саме з цієї зони можуть потрапити в водозабір

забруднення. Область живлення водозабору відокремлюється від зовнішньої частини області фільтрації нейтральною лінією току. Всі частинки води, які розташовані всередині області захвату, досягають водозабору за той чи інший проміжок часу T . В плані область захвату водозабору на кожний момент часу приблизно може бути зображена у вигляді еліпса, витягнутого вздовж потоку підземних вод. В процесі експлуатації водозабірних споруд область безперервно збільшується. Кінцеве її положення досягається при теоретично безмежному часі та встановлюється по роздільній (нейтральній) лінії. Виходячи з цього, задачею гідрогеологічних розрахунків для обґрунтування зон санітарної охорони є визначення основних розмірів та конфігурації області захвату водозабору, яка відповідає розрахунковому періоду T .

Довжина R зони санітарної охорони вверх за потоком підземних вод від водозабору встановлюється по максимальній відстані від водозабору до верхньої границі області захвату на розрахунковий період часу T . Вниз за потоком підземних вод довжина r зони санітарної охорони водозаборів встановлюється відстанню водозабору до верхньої межі зони захвату водозабору по осі x на той же розрахунковий період часу T . Таким чином, загальна довжина зони санітарної охорони водозабору L становить

$$L = R + r, \quad (7.14)$$

де R - довжина ЗСО вверх за потоком, м;

r - довжина ЗСО вниз за потоком, м.

Ширина зони санітарної охорони $2d$ дорівнює максимальній ширині еліпса, який обмежує область захвату водозабору.

Проект зони санітарної охорони (ЗСО) розробляються для джерел водопостачання, ділянок водопровідних споруд і водоводів. Зона санітарної охорони з центром у точці забору води складається з першого поясу — суворого режиму, другого і третього — режимів обмеження. Перший пояс ЗСО потрібен для запобігання випадковому чи навмисному забрудненню води джерела, а інші пояси - для запобігання несприятливому впливу на джерело водопостачання навколишніх промислових об'єктів. Санітарні заходи в ЗСО регламентуються СНиП 2.04.02-84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения».

Територія першого поясу обов'язково повинна мати огорожу, бути спланована і озеленена. Межі ЗСО встановлюються такі.

Перший пояс - зона суворого режиму, що включає територію розташування свердловини та водопровідних споруд. При відстані між

свердловинами більше 100 м перший пояс ЗСО встановлюється окремо для кожної свердловини. Межа першого поясу ЗСО встановлюється радіусом 30м від свердловини при використанні захищених підземних вод та 50м при використанні незахищених вод. При особливих обставинах цей радіус може бути зміненим за результатами спеціальних досліджень відповідними органами.

На території першого пояса ЗСО забороняється:

- забороняється будь-які види будівництва, що не мають безпосереднього відношення до експлуатації, реконструкції та розширенню водозабору та водопровідних споруд, в т. ч. житлових та господарських будівель, прокладка трубопроводів різного призначення, проживання людей (в т. ч. працюючих на водопроводі), а також застосування отрутохімікатів та добрив;

- будинки повинні бути каналізовані з відведенням стічних вод в систему каналізації чи місцеві очисні споруди, що розташовані за межами першого поясу ЗСО з врахуванням санітарного режиму на території другого поясу ЗСО. У виключних випадках, при відсутності каналізації, обладнуються водонепроникними приймальниками для побутових відходів та нечистот, які розташовані в місцях, що виключають при їх вивозі забруднення території першого та другого поясів;

- передбачається суворе виконання санітарно-технічних вимог інструкції водозабірних та спостережливих свердловин (оголовки, затрубний простір свердловин та інше);

- водозабірні свердловини повинні бути обладнані апаратурою для систематичного контролю відповідності фактичного дебіту при експлуатації та проектної продуктивності, що передбачена при проектуванні водозабору та обґрунтуванні границь ЗСО;

Другий пояс ЗСО призначений для захисту водоносного горизонту від мікробних забруднень. Оскільки він розташований в межах третього, то він призначений також для захисту підземних вод від хімічного забруднення.

Основним параметром, що визначає віддаль від границі другого поясу ЗСО до водозабору, є розрахунковий час (T_m) міграції мікробного забруднення з потоком підземних вод до свердловини, який повинен бути достатнім для втрати життєдіяльності та пірулентності патогенних організмів, тобто для ефективного самоочищення. Виходячи з часу просування води з мікробними забрудненнями

- для ґрунтових вод, які мають гідравлічний зв'язок з відкритими водоймищами, - 400 діб;
- для ґрунтових вод при відсутності такого зв'язку - 400 діб (для III і IV кліматичних районів - 200 діб);
- напірних і безнапірних міжпластових вод з гідравлічним зв'язком з водоймищем — 200 діб; те ж саме, але без гідравлічного зв'язку, - 200 діб (для III і IV кліматичних районів допустимі 100 діб).

Третій пояс ЗСО призначений для захисту підземних вод від хімічних забруднень. Контури границь третього поясу визначаються з гідродинамічними розрахунками, виходячи з умов попадання у водоносний горизонт хімічних забруднень за її межами. Переміщуючись з підземними водами від області живлення забруднюючі інгредієнти дійдуть до свердловини не раніше розрахункового часу T_x - на протязі 25 років.

Зони санітарної охорони повинні бути узгоджені з місцевими органами санітарно-епідеміологічної служби, в окремих утруднених умовах розміри деяких поясів і смуг можуть бути скорочені.

При заборі води із ґрунтового басейну при відсутності притоку і незначному відборі еліпс (рис.7.18) по суті перетворюється в коло, приток до водозабору буде рівномірним з усіх боків і ширина ЗСО може бути визначена з виразу

$$R = \sqrt{\frac{Q_{\text{вод}} T_F}{\pi m \Pi}}, \quad (7.15)$$

де R - відстань від межі зони при відсутності побутового потоку підземних вод, м;

$Q_{\text{вод}}$ - продуктивність водозабору, м³/добу;

T_F - розрахунковий час просування забруднень до водозабору, діб;

m - потужність водоносного пласта, м;

Π - активна поруватість (приблизно 0.2).

7.9. Передача водозабірних свердловин в експлуатацію

Буріння свердловини вважається закінченим тільки після передачі її в експлуатацію, консервації чи ліквідації. Для цього повинно бути виконано ще досить багато робіт, другорядних на перший погляд, але вкрай необхідних для подальшої нормальної експлуатації водозабірної свердловини. До таких робіт в першу чергу відносяться роботи по тампонуванню /цементациї/ міжтрубного і затрубного простору,

розглинизація та відкачки із свердловини, підбір та установка фільтрів, водопід'ємного обладнання, влаштування оголовка свердловини, підземної камери чи надземного павільйону, про що йшла мова раніше. Окрім цього, після виконання відкачок, повинні бути заміряні глибини:

- від рівня землі до забою;
- статичного рівня води;
- до місця вирізки колон обсадних труб, якщо такі проходилися;
- до низу останньої колони обсадних труб;
- до верха надфільтрової труби.

Повинна бути перевірена герметичність зрізу колони і всієї свердловини, заміряне відхилення вісі свердловини від вертикалі, перевірений шаблом діаметр робочої частини свердловини до глибини установки насоса; визначений дебіт /продуктивність/ свердловини, її радіус впливу, та проведена дезинфекція, визначені розміри зони санітарної охорони. При потребі консервації свердловини чи її ліквідації, повинні бути виконані додаткові роботи, про що буде йти мова нижче. На всі роботи по бурінню свердловини ведеться відповідна і за певною формою документація, яка доповнює раніше видану проектну документацію (форма їх оформлення наведено в додатках):

- акт закладання бурової свердловини;
- журнал геологічної документації;
- буровий журнал;
- акт контрольного заміру глибини свердловини;
- акт про обладнання свердловини обсадними трубами;
- акт про цементацию обсадних труб;
- акт про облаштування свердловини фільтровою колоною;
- акт на встановлення фільтра з гравійною обсыпкою;
- журнал желенування свердловини;
- журнал відкачки із свердловини;
- акт про закриття (консервацію) свердловини;
- гідрогеологічний висновок по свердловині;
- паспорт свердловини;
- обґрунтування постановки робіт (розрахунок водоспоживання);
- акт передачі свердловини замовнику;

- каротажну діаграму;
- лист графіків відкачки, відновлення рівнів, розрахунків параметрів;
- закінчення санепідемстанції, а при необхідності погодження Міністерства охорони здоров'я.

Заміри глибини. Глибину свердловини від рівня землі до забою при роторному, колонковому бурінні визначають по довжині бурильних штанг та довжині бурового снаряду, який був опущений в свердловини до забою. При ударно-канатному способі буріння в свердловину опускають буровий снаряд на тросі, вдаряють ним об забій, натягують трос, не піднімаючи снаряда з забою, і на тросі роблять замітку біля обрізу обсадної труби. Після цього снаряд піднімають і коли замітка на тросі підійде до блока роблять другу замітку на тросі біля устя. Вимірюють відстань від блока до устя і, знаючи кількість підйомів снаряда і його довжину, визначають глибину свердловини.

Глибину до статичного рівня води при неглибокому рівні води в свердловині заміряють рейкою або рулеткою з гирькою. При стоянці рівня води на великій глибині слід користуватися електро - та пневморівномірами. В першому випадку вимірювання ґрунтується на замиканні струму при досягненні води, в другому - зміні тиску в трубі, опущеній у воду.

Вимір глибини до зрізу колони /або до верха фільтра/ проводять плоскою печаткою, яку спускають в свердловину на тросі або штанзі до тих пір, поки вона не досягне зрізу колони або верха фільтра (надфільтрової труби). По довжині тросу чи штанги і визначають глибину. При цьому на печатці повинен залишатися відтиск зрізу труби чи фільтра.

Визначення глибини установки останньої колони обсадних (робочих) труб проводять лише до установки фільтра, тому що верхня частина фільтра (надфільтрова труба) обов'язково повинна знаходитися в останній трубі впродовж декількох метрів (не менше 2м). Для визначення глибини зрізу останньої колони користуються трубоміром, зконструйованого на принципі зміни опору електричного струму при зміні матеріалу (труба, стінки свердловини), по якому рухається ролик, до якого підведений струм.

Перевірка герметичності свердловини та зрізу колони обсадних труб Таку перевірку виконують після тампонування (цементації) затрубного і міжтрубного простору свердловини. Якщо стінки

свердловини закріплені по всій її глибині (в нестійких породах) проводять перевірку герметичності всієї свердловини. Якщо ж стінки свердловини закріплюють лише на ділянках, вирізуючи обсадні труби в міцних стійких породах, то в обов'язковому порядку проводять перевірку герметичності і на зрізі колони обсадних труб.

Для перевірки герметичності низ колони, або верх зрізаної колони щільно закривають дерев'яною пробкою, після чого вичерпують желонкою воду із свердловини, або навпаки, наливають воду до гирла. Для випробування герметичності достатньо створити різницю тиску в 15 м вод.ст. Рівень води в свердловині після заповнення її водою або подовідливу із неї не повинен змінитися більше ніж на 1 м на протязі 30 хвилин.

Виміри відхилення вісі свердловини від вертикалі Вертикальність свердловин є одна із умов їх нормального функціонування. Вони дозволяють без проблем встановлювати обсадні і робочі труби, фільтри, будь-яке водопідйомне обладнання. На жаль в практиці більшість свердловин мають відхилення від вертикалі. Більше того, зустрічаються свердловини з викривленою і навіть переламаною піскою.

Для вимірювання величини відхилення вісі свердловини від вертикалі і напрямку цього відхилення може використовуватися печатка або шаблон, що опускається в свердловину.

В першому випадку в свердловину на тросі спускається труба, на верхньому кінці якої закріплена печатка. Труба з печаткою весь час рухається в свердловині паралельно вісі, для чого на трубі є направляючі. Через блок, по центру устя свердловини, спускається гирька (лот) з гострим кінцем знизу. Перший укол гирькою на печатці роблять безпосередньо в центрі устя свердловини. Потім, спускають трубу на 5-10 м і знову роблять укол на печатці. Так продовжують до необхідної глибини (до глибини установки насоса).

В похилій свердловині на печатці будуть уколи, розташовані по прямій. Якщо ж вісь свердловини викривлена, то уколи будуть розташовуватися не по радіусу, а нерівномірно і врозбід. Коли відхилення вісі досягне радіусу свердловини, уколи будуть щільнітися в одне і теж місце, тому що гирька буде сковзати по обсадній трубі. Тоді блок з тросиком, на якому підвішена гирька, слід перемістити в протилежний бік і повторити вимірювання.

В другому випадку в свердловину спускають шаблон, який представляє собою трубу на 50 мм меншу за діаметр обсадної колони.

До шаблону прикріплюється пружина, яка забезпечує рух шаблону паралельно вісі колони. До центра шаблону прикріплюють тонкий дріт діаметром 0,2-0,3 мм, перекинутий через блочок, який встановлений точно над віссю свердловини на висоті 3-5 м над її устем. При розташуванні шаблону в усті дріт повинен проходити через центр свердловини. Якщо шаблон рухається по вертикальній свердловині, то дріт весь час проходитиме через центр труби (свердловини). По мірі спускання шаблону в похилу свердловину дріт буде відхилятися від центру. Напрямок відхилення вісі свердловини від вертикалі визначається в цьому випадку напрямом відхилення дроту в усті свердловини.

Для отримання надійних результатів, як в першому так і в другому випадку виміри слід провести 2-3 рази.

Перевірка діаметра свердловини. Перевірку діаметра свердловини, як і її округлість проводять перед спусканням (монтажем) насоса. Цю операцію проводять за допомогою шаблону, що представляє собою трубу діаметром на 50 мм меншим за діаметр насоса, на якій закріплено декілька кілець, діаметр яких дорівнює діаметру насоса. Кільця на шаблоні розташовують на відстані 1-1,5 м одне від одного. Свердловина вважається відповідною для установки насоса, якщо шаблон вільно без затримки проходить по робочій колоні до призначеної глибини.

Встановлення її дебіту. Після виконання цієї перевірки в свердловині монтується водопідйомник і проводиться відкачка води із свердловини. Однією із завдань відкачки являється визначення можливої продуктивності (дебіту) свердловини при різних пониженнях статичного рівня води. Для цього проводять не менше двох-трьох понижень рівня води, починаючи з самого глибокого. Якщо максимальний дебіт відкачки не можна довести до розрахункового, останній, як і пониження рівня води, визначають екстраполяцією. З достатньою точністю, для практики отримують розрахункові величини дебіту і пониження рівня води, якщо максимальна витрата пробної відкачки складає не менше 75% розрахункових. Найкраще коли дебіт пробних відкачок складає 100-125% розрахункового.

Заміри кількості води, яка забирається із свердловини, проводять водомірами, встановленими на напірній трубі. Якщо вода має велику кількість твердих частинок породи (піску), заміри проводять мірним баком або мірним водозливом. Дані відкачок заносять до журналу

відкачок, по яких потім будують графік - характеристику свердловини (рис.7.19).

Визначення радіусу впливу свердловини. Відкачка води із свердловини завжди супроводжується пониженням початкового (статичного) рівня води в ній. За рахунок цього пониження і відбувається приток води із водоносних порід до свердловини. По мірі відбору рівень води в свердловині (динамічний рівень) понижується до тієї позначки, при якій приток води до свердловини не зрівняється з відбором води із неї. При встановленні рівноваги притоку – відбору

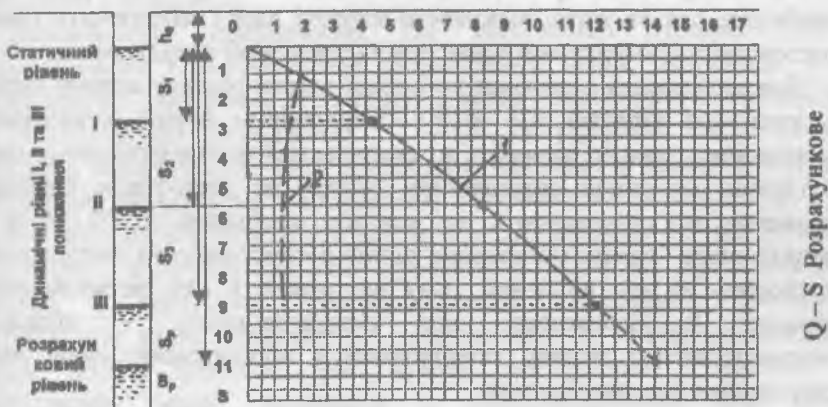


Рис.7.19. Графік дебіту свердловини

1 – залежність $Q=f(S)$; 2 – питомий дебіт.

рівень води в свердловині стає практично незмінним. Свердловина працює в сталому режимі. Різниця початкового /статичного/ рівня і рівня в свердловині під час відбору води /динамічного рівня/ складає величину витрат напору при русі води до свердловини та входить в неї з водоносного шару. В той же час слід відзначити, що зміна рівня води за межами свердловини відбувається не стрибкоподібно, а повільно, з найбільшим пониженням безпосередньо біля свердловини і майже непомітним /практично непомітним/ на деякій відстані від свердловини. Ця відстань носить назву радіусу впливу, а увесь простір

навколо свердловини на якому відчувається дія свердловини є зоною її впливу.

Дані величини радіусу впливу (зони впливу) необхідні для оцінки можливих порушень природної рівноваги (зниження рівня підземних вод, висушення ґрунтів, зміни стану порід і т.п.), можливого впливу на роботу інших свердловин і водоспоживачів, на стан поверхневих і підземних джерел водопостачання. Для розрахунків дебіту самої свердловини ці дані також в край необхідні. І хоч на сьогодні ми маємо досить даних про можливу величину радіусу впливу в залежності від величини пониження статичного рівня та складу порід з яких забирають воду, дослідження цього явища кожен раз цінне і необхідне, так як може доповнити існуючі дані і забезпечити більшу достовірність розрахунків конкретної (створеної) свердловини.

Для визначення величини та форми кривої радіусу впливу (кривої депресії) на відстані 0,5 м від свердловини бурять спостережну свердловину малого діаметра до експлуатаційного водоносного шару. Слідуючи наглядові свердловини бурять по двох-трьох напрямках від свердловини, на відстані приблизно 5...20...50 м від свердловини. Заміри пониження рівнів в спостережних свердловинах проводять на час відкачок, тому що рівень в них встановлюється пізніше /в залежності від п'єзопровідності - швидкості розповсюдження впливу свердловини у водоносному шарі/ ніж в свердловині що апробується.

Буріння спостережних свердловин, як і інших свердловин, відповідальна, нелегка і дорога робота, тому їх влаштовують переважно при неглибокому заляганні підземних вод. При глибокому заляганні, радіус впливу визначають по пониженню рівня води в сусідніх свердловинах, які знаходяться недалеко від пробуреної і забирають воду із того ж самого водоносного шару. За даними замірів рівнів в наглядних чи близько розташованих свердловинах будують графік лінії впливу (депресії) і визначають його радіус.

Особливо великого значення заміри радіусу впливу мають при влаштуванні водозабору із декількох свердловин. В цьому випадку бажаним є попередження впливу (або максимального зменшення впливу) свердловин одна на одну. Але без знання величини радіусу впливу ця задача не вирішується. Орієнтовно відстань між свердловинами, при якій майже не відчувається їх взаємний вплив, в залежності від порід і продуктивності свердловин можна приймати за даними табл.7.5. Вказані відстані не завжди відповідають даним

Таблиця 7.5.

Орієнтовна відстань між свердловинами без взаємного впливу

Породи	Продуктивність свердловин, м ³ /год		
	100-500	15-100	15
Відстань, м			
Тріщинуваті	200-300	100-150	50
Піщані	150-250	50-100	50

замірів. Особливо це стосується тріщинуватих порід багатих на воду. Розрахунок радіусу впливу на основі гідрогеологічних даних наведений в розділі 2.7.

Дезинфекція свердловин. По закінченню бурових робіт, облаштуванню і опробуванню свердловини перед передачею її в експлуатацію замовнику (господарю), вона повинна бути перевірена на бактеріальне забруднення. І якщо бактеріальне забруднення виявлене, воно повинно бути ліквідоване. На жаль, в практиці буріння свердловин бактеріальне забруднення зустрічається досить часто. По-перше забруднення може бути занесене в свердловину під час буріння з буровим інструментом або промивною рідиною, при монтажу фільтра і насосного (водопідйомного) обладнання. По-друге забруднення може потрапити в свердловину із інших водоносних шарів, або з поверхні при бурінні свердловини і по-третє - забруднення може потрапити в експлуатаційний шар поза свердловиною, в зоні живлення водоносного шару, або поступати до нього під час роботи свердловини, за рахунок зниження тиску або рівня води в водоносному шарі. Крім цього бактеріальні забруднення можуть попадати в свердловину одночасно різними шляхами.

В першому випадку забруднення, як правило, ліквідуються будівельними і пробними відкачками. В другому випадку, коли забруднення поступить в свердловину через дефекти в ній, треба обслідувати технічний стан свердловини, виявити дефекти, ліквідувати їх, після чого виконати дезинфекцію і знову провести відкачки. Якщо ж в результаті дефекту свердловини забруднення проникли глибоко у водоносний шар відкачки можуть бути довгими, перемежуватися з дезинфекцією і повторними відкачками. У всіх випадках, після ліквідації причин забруднення і самого забруднення повинна бути проведена дезинфекція, за нею відкачка і тільки після цього взяті повторні проби води для проведення аналізу.

Коли ж бактеріальне забруднення водоносного шару відбувається за межами свердловини, дезінфекція безкорисна. Треба знайти джерело забруднення водоносного шару, ліквідувати його і тільки після цього проводити дезінфекцію і відкачки.

Найбільш простий і доступний спосіб дезінфекції свердловин - це обробка їх розчином хлорного вапна. Перед дезінфекцією стінки і забій свердловини очищають від осадів механічним (щітками, желонками), гідравлічним, пневматичним чи змішаним способами. Дезінфекцію свердловин виконують за два прийоми: спочатку дезінфікують надводну частину свердловини - від устя до статичного рівня води в ній, потім підводну частину - від статичного рівня до забою.

Для обробки надводної частини, в свердловині влаштовують пневматичну пробку на декілька метрів нижче статичного рівня. В свердловину заливають розчин хлорного вапна. Розчин повинен мати не менше 50 мг/л активного хлору і витримуватися в свердловині на протязі 2-4 годин. Після цього повітря з пробки випускають, пробку піднімають на поверхню і приступають до дезінфекції підводної частини свердловини. Для цього готують розчин хлорного вапна в кількості 1,5 об'єму води, що знаходиться в свердловині від статичного рівня до забою. Концентрація хлорного вапна в розчині повинна бути такою, яка забезпечила б вміст активного хлору не менше 50 мг/л після змішування його з водою в свердловині. Як правило, такий розчин має не менше 100 мг/л активного хлору. Розчин хлорного вапна вводять в свердловину через трубу, на кінці якого закріплений змішувач. По мірі вливання розчину, трубу з змішувачем спускають до забою, а потім поступово піднімають, продовжуючи вводити хлорне вапно в свердловину. Через 2...4 години після такої обробки проводять відкачку води із свердловини. По закінченню відкачок беруть проби води для визначення залишкового хлору і контрольного бактеріологічного аналізу. Якщо потрібно, проводять повторну дезінфекцію.

Для знезараження води дезінфікуючу речовину в стовбур свердловини можна опускати в контейнері. У воді вона розділяється шляхом опускання і підняття контейнера.

У фонтануючих свердловинах контейнер опускають на забій і хлорування відбувається в напрямку відповідно руху води - знизу вверху.

В США дезинфекцію свердловин проводять щоденно, як при бурінні так і при експлуатації: обробляють не тільки обсадні труби, але й бурильні труби, фільтр і гравійну обсыпку.

Введення свердловини в експлуатацію, після дезинфекції, дозволяється при задовільних аналізах води за узгодженням з місцевими органами Державного санітарного нагляду.

Склад звіту по передачі свердловин в експлуатацію. По закінченню буріння свердловини і виконанні робіт по її облаштуванні, обмірюванні, відкачках та дезинфекції, організація, що її бурила складає звіт з додатками. В звіті повинні бути приведені усі дані, що стосуються розташування, приналежності свердловини; способу її буріння, технології буріння; технічних характеристик конструкцій свердловини та показників буріння; відхилення від проекту, причини, обґрунтування та узгодження; умови взяття проб води для аналізів, хіміко-бактеріологічні аналізи води, висновки лабораторії про якість води і можливість використання її для питних і інших потреб; записи неполадок, аварій, які траплялися під час буріння, їх ліквідацію, з додатком відповідних актів; висвітлення способів тампонажу та цементації; вирізки колон обсадних труб; журнал ведення бурових робіт, їх початок і кінець. Усі ці дані і паспорт свердловини, який містить наступне:

- місце розташування, відомчу приналежність і призначення свердловини;

- технічні дані свердловини - по якому проекту, яким способом, якою установкою, ким пробурена свердловина, її глибина, діаметр, кріплення обсадними трубами, їх діаметри, тип фільтра, його розміри та місце (глибина) розміщення в свердловині, надфільтрова труба і відстійник, їх розміри, місце встановлення, сальники і пробки, ділянки з вирізаними обсадними трубами, цементация обсадних колон та герметизация устя свердловини;

- фактичний геологічний розріз і конструкція свердловини з відмітками гирла та глибини свердловини, літологічним описом порід, потужністю шарів і рівнями води в них;

- результати спостережень за ходом відкачок з записом часу (числа, місяця, року) та тривалості відкачок, пониження рівнів води та дебіт свердловини при цих пониженнях, якість води та характеристика водопад'ємного обладнання, яким проводились відкачки;

- дані аналізів лабораторних фізико-хімічних та бактеріологічних досліджень проб води;

- геофізичні дані і висновки по свердловині;
- гідрогеологічні висновки з рекомендаціями по експлуатації свердловини (періодичність техоглядів, заміна і профілактика насосів, ремонт свердловин і т.ін.);

- експлуатаційні показники свердловини і монтаж водопідъемної установки з характеристикою насоса чи фільтра, водопідйомної колони, облаштування гирла свердловини, пробних відкачок та продуктивності свердловини з цим обладнанням при різних пониженнях рівнів води, дебіт та питомий дебіт свердловини, який рекомендується для експлуатації;

- надсвердловинні споруди - підземні, надземні, їх розміри;

- зони санітарної охорони, розміри, тип огорожі;

- відомості про ремонт свердловини, стан свердловини (замулювання, піскування), зміна продуктивності, рівнів та якості води за період експлуатації, виконані роботи під час ремонту, зміни конструкції під час ремонту, результати відкачок після ремонту режим експлуатації, який рекомендується після ремонту;

Перераховані документи повинні зберігатися у власника постійно тому що вони є тими документами, які необхідні при виконанні монтажних і ремонтних робіт, відновлення і експлуатації свердловини.

8. ЕКСПЛУАТАЦІЯ І РЕМОНТ СВЕРДЛОВИН

8.1. Каротаж свердловин

Геофізичні дослідження в свердловинах (каротаж свердловини) оснований на вивченні різних фізичних властивостей гірських порід. Проводять його з метою уточнення геологічного розрізу, виділенню в ньому водоносних порід, визначення мінералізації підземних вод.

Комплекс обов'язкових геофізичних досліджень в свердловинах, в районах з відомим геологічним розрізом, складається з так званого стандартного каротажа, в який входять електрокаротаж і гамма-каротаж.

Електрокаротаж проводять для уточнення геологічного перерізу свердловини і виділення в ньому водоносних порід. Він включає два основних геофізичних дослідження: опорів (КО) і власної поляризації (ПО).

Метод КО оснований на вимірах питомого електричного опору гірських порід в свердловині за допомогою спеціальної установки, яка називається зондом і складається із трьох електродів, змонтованих на трижильному каротажному кабелі. Питомий опір визначають за різницею потенціалів між електродами зонда М і N спеціальним приладом – потенціометром, який проходить через електрод (рис.8.1.)

Гамма-каротаж (ГК) – це визначення відносної природної радіоактивності гірських порід, яка пов'язана з вмістом в них радіоактивних елементів. За допомогою гамма-каротажу фіксують, вздовж стовбура свердловини, інтенсивність природного гамма-випромінювання гірських порід. Випромінювання проводять свердловинним приладом, основною частиною якого є індикатор гамма-квантів.

Природна радіоактивність більшості гірських порід невелика. Серед порід найбільш радіоактивними є глинисті породи. Піски, піщаники, вапняки і доломіти мають низьку радіоактивність, яка визначається, в основному, вмістом глинистих фракцій і знаходиться в прямій залежності від вмісту глинистих порід. Таким чином, результати гамма-каротажу використовують для якісного розділення порід по вмісту в них глинистого компоненту. Гамма-каротаж можна проводити в необсаджених і обсаджених свердловинах не залежно від того, заповнені вони розчином чи ні.

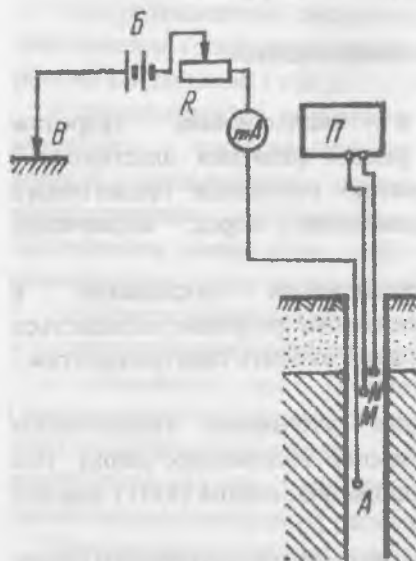


Рис. 8.1. Схема заміру питомого опору породи методом КО

П – вимірювальний прилад; Б – джерело живлення; R – реостат; А і В – струмові електроди; М і N вимірювальні електроди.

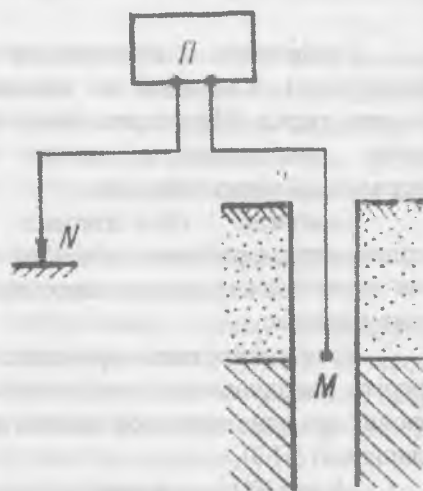


Рис. 8.2. Схема вимірювання потенціалу ПО

Нейтронний гамма-каротаж (НГК) заключається в реєстрації по стовбуру свердловини вторинного (нейтронного) гамма-випромінювання, яке виникає в породах, при опромінюванні потоком швидких нейтронів від спеціального джерела, яке занурене в свердловину. Інтенсивність нейтронного гамма-випромінювання визначається вмістом в породі водню, а значить води.

8.2.Обстеження

Обстеження свердловин проводиться для виявлення стану як окремих елементів свердловини так і її експлуатаційних можливостей в цілому. Обстеження проводяться не рідше ніж два рази на рік, а при перших ознаках якихось неполадок /зміні дебіту чи якості води, специфічними шумами в роботі насосів/ - невідкладно.

Обстеження включає: визначення статичного і динамічного рівнів, пробну відкачку, аналізи води /фізичний, хімічний і бактеріологічний/, вимір кривизни свердловини /якщо воно потрібне/, з'ясування стану внутрішньої поверхні обсадних труб і фільтра /заростанню отворів фільтрів солями, продуктами корозії, кольмації, утворення наскрізних каверн в обсадних трубах/, водоприймальної частини свердловини, водопідйомного устаткування, перевірка продуктивності. За результатами цього обстеження встановлюють потребу в ремонті, обсяг ремонтних робіт, кількість матеріалів і устаткування, складають проектно-кошторисну документацію. Методи і засоби обстеження належать від цілей, які при цьому ставляться, та можливостей організації, що експлуатує свердловини.

Телевізійне обстеження. Для діагностики свердловин, їх огляду і візуального контролю по всій глибині, стану обсадних труб і фільтрів застосовуються телекамери малих розмірів. Сховані від прямого спостереження процеси і ситуації, що відбуваються в свердловині, легко виявляються такою камерою, реєструються і заносяться до експлуатаційного журналу. Для наведення камери і освітлення об'єкта спостереження при цьому використовують панорамні пристосування та дистанційне управління. Це дозволяє досить надійно і швидко робити огляд труби у вертикальному і радіальному напрямках, детально розглядати конструкцію стінок і фільтрів. Телевізійна установка має стенд спостереження, який одночасно є і центром керування. Тут знаходяться всі пристосування необхідні для роботи. На стенді роблять умикання, регулювання, керування, тут же спостерігається телевізійне зображення, при необхідності здійснюється фотографування і запис на магнітну стрічку відеоманітофона. При роботі під водою телевізійну камеру наповнюють інертним газом до надлишкового тиску 0,01...0,03 МПа.

При проведенні обстеження свердловин цим методом, крім оператора і помічника, повинен бути присутнім гідрогеолог або інший кваліфікований спеціаліст, що вміє на місці відразу ж аналізувати телевізійне зображення. Кожний телевізійний контроль старанно підготовлюється. До початку робіт визначають цілі і задачі контролю, до якої глибини повинно провадитися обстеження, умови освітлення, обговорюються особливі місцеві чинники, всіх учасників інформують про хід майбутньої роботи. Перед кожним ставлять чітку конкретну задачу і визначають його обов'язки.

Обстеження стану фільтрів, які розташовані на глибині 270...300м і більш, звичайними методами займає від одного до двох-трьох тижнів. Телебачення дає можливість обстежити таку свердловину за 2...3 год.

Гелієве обстеження. Для здійснення постійного контролю за відсутністю гідравлічного зв'язку між водоносними шарами, що розташовані на різній глибині, використовують метод природного гелію у воді. При наявності гідравлічного зв'язку між водоносними шарами спостерігається зміна його концентрації /збільшення при перетіканні знизу і зменшення при надходженні води з прошарків, що знаходяться вище. Особливості розподілу гелію дають можливість використовувати його в якості визначника водоносного шару.

Добір проб роблять наливним способом. Гідрогеологічну колбу місткістю 100мм із двома відводами, на які надягнуті вакуумні шланги, заповнюють водою досліджуваного шару. При заборі проби один із шлангів приєднують через перехідник до крана свердловини. Приводять колбу у вертикальне положення, заповнюють водою, потім герметизують перекриттям вакуумних шлангів затискачами. При цьому необхідно стежити, щоб у колбі не залишалося пухирців повітря (вони поглинуть із води частину гелію, який не буде облічений при його визначенні). Виміри концентрації гелію у воді свердловини роблять індикатором концентрації гелію мас-спектроскопом /КГМ-1/.

Вимір концентрації гелію дає можливість контролювати стан обсадних труб свердловини. Наприклад, якщо в пробі встановлені концентрація гелію, що відповідає сеноманському шару, а свердловина розташована в юрському, то це вказує, що відбувається перетікання води із сеноманського шару до юрського по дефектній цементациї затрубного простору або через корозійні отвори в обсадних трубах свердловини.

Витратометричне обстеження. Для визначення стану обсадних труб свердловин, глибини залягання і потужності водоносних шарів пробурених свердловин, роботи фільтрів свердловин та визначення неоднорідності фільтраційних властивостей порід у межах водоносного шару використовують витратоміри. Складається витратомір із мірного пульта і чотирьох свердловинних приладів-датчиків, кожен із яких може використовуватися із мірним пультом незалежно від решти. Всі чотири свердловинні прилади-датчики

мають однакову конструкцію і межі вимірювання - від 10^{-5} до $2,5 \cdot 10^{-3}$ м³/с.

Методика проведення витратометрії свердловин при оцінці водопрпускнув спроможности фiльтра по довжинi полягає в такому. Свердловинний прилад-датчик спускають на стандартному одно- або трижильовому кабелi в нижню частину фiльтра. При цьому устрiй, що центрує, утримує прилад вiд зсуву до стiнки фiльтра. У свердловину нагiтається вода з водопровiдної мережi або з iншої свердловини. Пiд лiєю осьового потоку води крильчатка датчика починає обертатися з частотою пропорцiйнонi витратi рiдини через канал приладу. При пiдйомi приладу через кожнi 0,5...1,0 м /у залежностi вiд необхiдної точностi/ замiряється поглинання води свердловиною по довжинi фiльтра. Данi по водопоглинанню записуються на витратограму.

На пiдставi отриманої витратограми по довжинi фiльтра на окремих його дiлянках iз слабкою водопрпускнув спроможностю провадиться вiдповiдна обробка фiльтра. Повторна витратометрiя свердловини дозволяє зафиксувати якiсть проведених ремонтних робiт i очищення робочої поверхнi фiльтра.

Поглинання води свердловиною в залежностi вiд частоти обертання крильчатки приладу визначають за графiками, складеними для кожного свердловинного приладу.

Частота обертання крильчатки може перетворитися у вiдповiднi сигнали, якi подаються на осцилограф або комп'ютер з iнформацiєю про приток або поглинання води через обсаднi труби /при наявностi швицiв у них/, сальники внаслiдок порушення iхньої герметичностi й iнше.

Електронно-каротажне обстеження. Детальне обстеження артезианських свердловин пробурених роторним або ударним-вибитним способом, роблять за допомогою електронних каротажних станцiй, використовуючи методи геофiзики.

Для дiагностики i контролю технiчного стану артезианських свердловин до i пiсля ремонту використовують станцiї СКВ-69 та СК-1-74. Вся апаратура електронно-каротажнонi станцiї СКВ-69 встановлена в спецiальному геофiзичному кузовi на шасi автомобiля IАЗ-66. Кузов роздiлений перегородкою на два вiддiлення:

- лабораторне зi стендом i апаратурою;
- лебiдочне, де розмiщенi лебiдка, бензоагрегат i iн.

Станцiя дозволяє обслiдувати свердловини глибиною до 700 м. Електронно-каротажна станцiя СК-1-74 в основному призначена для

обслідування нафтових і рудничних свердловин, але з успіхом може застосовуватися для обстеження і діагностики свердловин для води. Максимальна глибина досліджень цією станцією до 2000 м.

Апаратура станцій дозволяє, разом із відповідними приладами, робити резистивиметрію, мікрозондування, електричні, бічні, радіоактивні, індукційний каротажі; вимір КО, ПО, температури в свердловині, діаметрів труб і фільтра; визначення скривлення свердловини, свердловинну витратометрію ін.

При обстеженні місця притоку і затрубного руху води в свердловині електронно-каротажною станцією використовують резистивиметри і електротермометри. Свердловинний резистивиметр являє собою каротажний зонд малих розмірів з електродами, розміщеними на відстані 2...3 см один від одного в ізолюваному циліндрі. Місце притоку води в свердловину визначають по вимірах питомого опору рідини, що заповнює свердловину. Для цього в свердловину опускають резистивиметр і на реєстраторі записують питомий опір води в стовбурі свердловини. Після цього в свердловину поміщають мішок із сіллю і, рухаючи його униз-вгору, у декілька разів зменшують опір води. Повторно заміряють питомі опори стовпа рідини. У місцях пошкодження труби або фільтра на діаграмах чітко реєструються зони опріснення за рахунок притоку свіжої води.

Висоту підйому цементного розчину при цементації затрубного простору свердловини контролюють електротермометром. При твердінні цементний розчин виділяє тепло, що призводить до підвищення температури в тій частині свердловини, де він знаходиться. Температуру вимірюють через 6...12 год після закінчення робіт із цементації затрубного простору, коли температура, що виділяється цементним розчином, досягає максимального значення.

Контроль технічного стану свердловини /визначення висоти підйому цементного розчину за колоною, затрубного руху води, місць ушкодження колони і ін./ здійснюють і радіоактивними методами. Для цього застосовують радіоактивні ізотопи у виді водяних розчинів солей кобальту ^{60}Co , цинку ^{65}Zn і ін., що утрачають свої радіоактивні властивості за відносно малий проміжок часу.

Методика проведених робіт із радіоізотопами полягає в тому, що в свердловину закачують воду з додаванням солей радіоактивних ізотопів /із розрахунку утримання радіоактивної речовини 0,5...1,0 мілікюри на 1 м закачуваної рідини/. Після цього залишки радіоактивного розчину видаляють із свердловини промивною водою і

проводять гамма-каротаж /ГК /. Затрубний проміжок, заповнений радіоактивним розчином, і ділянки шарів, що поглинули цей розчин, відзначаються на діаграмі гамма-каротажу чітко вираженими максимумами.

Визначення складу та товщі шарів, які проходять під час буріння, і характеристики порід, за виключенням колонкового способу буріння проводять електрокаротажем /КО - каротаж/, який ґрунтується на величині опору порід, або вимірами природної радіоактивності порід /ГК - гамма-каротаж /, чи інтенсивності повторного γ - випромінювання /НГК - нейтронно-гамма-каротаж /.

Пористість порід, кількість води у водоносних шарах, ступінь її мінералізації визначають за величиною потенціалу електричного поля, що самостійно виникає в пласті породи /ПО - каротаж /, величиною КО та поглинанням промивної рідини.

Якщо водоносний шар необхідно розчленувати на прошарки і визначити їхню потужність, виконують мікрозондування свердловин, при якому встановлюють ступінь розглинізації водоносного шару, місця знаходження загублених предметів в незакріпленій свердловині.

Для визначення дійсного питомого опору шарів і виявлення проникнення глинистого розчину у водоносний шар використовують метод бічного зондування.

Для уточнення конструкції свердловини, довжини і діаметра фільтра роблять кавернометрію, в основу якої покладена зміна опору конструкції свердловини при відкладаннях на них солей і мулу. Окрім проведеної підготовки свердловини до експлуатації та отриманої документації на неї, приймаючи свердловину треба впевнитися, що відкачки проведені правильно, ознакою чого є повне прояснення води, повне припинення виносу із свердловини породи і шламу, що випадає на забій, стабілізації питомого дебіту при сталому режимі відкачки з продуктивністю не менше 75% розрахункової кількості води при відкачці найбільшої кількості води при сталому режимі.

В додаток до цього власник повинен знати, що експлуатувати свердловини не допускається без встановленої і визначеної /огороженої/ на місцевості зони санітарної охорони, павільйону або підземної камери /надсвердловинної споруди/, герметизації гирла свердловини, водонапірної башти або резервуара, системи автоматизованого керування водопідйомником /насосом, ерліфтом, гідроелеватором/.

Експлуатувати свердловину рекомендується відразу ж після закінчення бурових робіт і відкачок. Тривале розірвання в часі між закінченням буріння і вводом свердловини в експлуатацію може привести до серйозних ускладнень, до додаткових відкачок, дезинфекції, тощо. Експлуатація свердловини повинна проводитися з дебітом, що не перевищує розрахунковий експлуатаційний, зазначений у паспорті свердловини.

Свердловини, що експлуатують водоносні шари, які складені пісками або іншими нестійкими породами й обладнані фільтрами із сітчастим або дотовим покриттям, категорично забороняється пускати відразу в експлуатацію на повну експлуатаційну потужність. У цьому випадку відбір води варто почати з 40...60% проектної продуктивності і поступово збільшувати її до проектної.

У початковий період експлуатації свердловин, у яких водоносні шари складені піщаними відкладеннями, зупинення і пуск насоса повинні проводитися по можливості рідше.

Якщо пробна відкачка свердловини проводилася з невеликою продуктивністю, через низький статичний рівень або малу потужність устаткування, що відкачує, експлуатацію свердловини необхідно починати з дебіту, отриманого при пробній відкачці, поступово збільшуючи до розрахункової продуктивності, зазначеної в паспорті.

Збільшений водовідбір із свердловин стосовно розрахункового спричиняє підвищення вхідних швидкостей на межі шар-фільтр, може викликати винос піску і передчасний вихід із ладу свердловини і насоса. Тому забороняється встановлювати в свердловині насосне устаткування, продуктивність якого перевищує розрахунковий експлуатаційний дебіт.

Експлуатація артезіанських свердловин здійснюється черговим персоналом підприємства: машиністами, електромонтерами, апаратниками хімоводоочистки, слюсарями.

Експлуатація свердловин полягає в систематичних спостереженнях за їхньою роботою, перевірці положення статичного і динамічного рівнів води, підтримки якості води, що подається із свердловини. За даними спостережень визначається несправність свердловини і насосного устаткування, тому всі спостереження повинні фіксуватися в експлуатаційному журналі робіт свердловини.

Тут фіксуються також дані по вимірах статичного і динамічного рівнів води, показання водолічильників і інших контрольно-виміркових приладів.

Для контролю якості питної води в павільйоні кожної свердловини обладнують місце для відбору проб води на хіміко-бактеріологічні аналізи. Відбір проби роблять через водопровідний кран і попереднього спуску води з крана протягом 15 хв. Частоту вибору проб регулює санепідемстанція.

Якщо свердловина не працювала протягом 10...12 год., то при пуску необхідно переключити її засувками на роботу у скидну лінію. Після повного прояснення води від продуктів корозії свердловину переключають на роботу в резервуар або водопровідну мережу.

При ремонті устаткування свердловини її гирло герметично закривають.

При припиненні роботи свердловини на період більш 7...10 днів насосне устаткування рекомендується демонтувати, а свердловину законсервувати. Після розконсервування потрібно провести відкачку. Відкачку проводять до тих пір, поки не отримують воду, що відповідає вимогам стандарту на питну воду. Брати воду на аналіз рекомендується не раніше ніж через 6...12 годин після відкачки. Результати відкачок заносять в експлуатаційний журнал.

Якщо свердловина експлуатується періодично, з частими та тривалими зупинками, то для підтримки високої якості води, потрібно через 10...15 днів проводити пробні відкачки до повного зникнення каламуті і іржі.

Ретельний нагляд за свердловинами дозволяє продовжити їх нормальну роботу і вчасно виявити недоліки. Порушення в роботі свердловин характеризується, в основному, зміною їх продуктивності, статичного і динамічного рівнів, питомого дебіту, якості води, характерними шумами при роботі і ін. Для виявлення цих та інших недоліків в роботі свердловин необхідно не менше двох разів на рік проводити генеральні перевірки стану свердловин, обладнання та трубопроводів, встановлювати ступінь зношення елементів свердловини, причини зміни дебіту та якості води, якщо вони є.

Причини зниження продуктивності свердловин. Основним параметром, що визначає ефективність роботи свердловин, є її продуктивність або дебіт. Але дебіт свердловин, в багатьох випадках, не є сталою величиною, а під впливом багатьох факторів змінюється і, як правило, в менший бік. Встановлено, що на стабільність подачі води свердловинами діє багато факторів (рис.8.2) таких, як:

- перекриття зони живлення або виснаження водоносного шару,
- вплив роботи сусідніх свердловин,

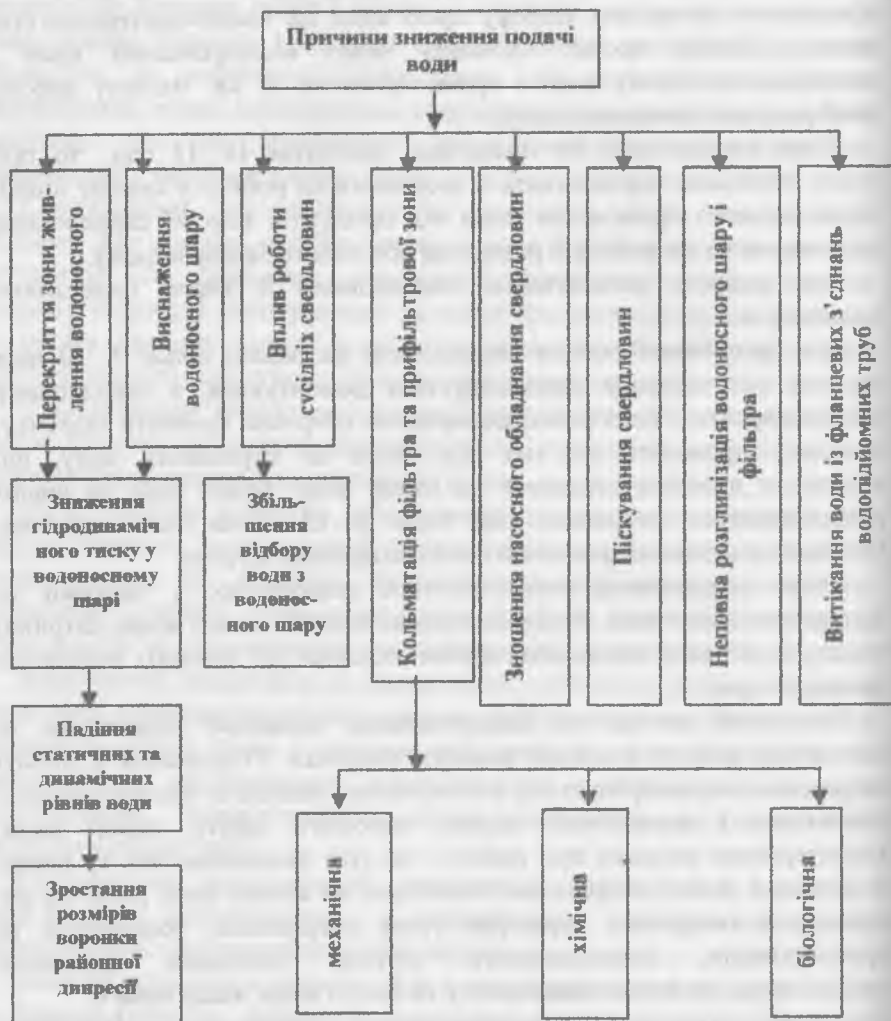


Рис. 8.2. Основні причини зниження подачі води свердловинами

тиску в цих шарах і, накінець, відток води в поверхневі водотоки і водоймища. До числа основних факторів зменшення дебіту

свердловин можна віднести і кольматацію фільтра та прифільтрової зони.

Кольматація - це замулювання маленькими частинками породи, або заповнення отворів фільтрів і порового простору водоносного шару нерозчинними у воді утвореннями хімічного або біологічного характеру. Це явище викликає збільшення гідравлічного опору, зниження динамічного рівня води у свердловині та зменшення притоку води до свердловини. Кольматацію фільтруючих елементів свердловин в залежності до причин, що її обумовлюють, можна поділити на механічну, хімічну та біологічну.

Механічна кольматація фільтрів в основному спостерігається в сітчастих, щільних та блочних фільтрах, внаслідок невідповідності прохідних отворів фільтрів гранулометричному складу водовміщуючих порід. При інших фільтрах, як і при перерахованих, механічній кольматації піддаються обсіпка і пориста порода прифільтрової зони.

Внаслідок механічної кольматації водоприймальні отвори фільтрів та пори обсіпки і водоносної породи замулюються піском, глиною, гравієм, що в свою чергу призводить до зниження дебіту свердловини на 20-30%.

Одним з основних методів запобігання механічній кольматації робочої частини свердловин є правильний вибір фільтрів, при якому приймають за основу розрахунку зміни водопроникності пористого середовища та коефіцієнту неоднорідності шару. При фільтрації води у пористому середовищі водопроникність змінюється пропорційно еквівалентному діаметру d зерен та коефіцієнту неоднорідності, що визначається відношенням d_{60}/d_{10} тобто - розміру фракцій, склад яких відповідно складає 60 та 10% по масі.

Встановлено, що при співвідношенні діаметра зерен обсіпки фільтра D до діаметру зерен водоносних порід d рівним $D_{50}/d_{50}=4...5$ середній розмір пір обсіпки приблизно дорівнює d_{50} .

При такому співвідношенні, як правило, не спостерігається винесення піску через обсіпку до свердловини, але можливе виявлення процесів механічного кольматажу водоносної породи у прифільтровій зоні.

Численними дослідженнями процесів механічного кольматажу фільтрів було встановлено, що їх водопроникність змінюється за законом:

$$R(r) = R_0 e^{-d(r/r_\phi - 1)}, \quad (8.1)$$

де $R(r)$ - водопроникність фільтра в зоні $r_\phi < r < r_\theta$;

R_0 - початкова водопроникність фільтра, м³/с;

d - параметр, що характеризує інтенсивність проникнення часток породи водоносного шару до обсіпки і відповідно зменшення водопроникності;

r_ϕ, r_θ - відповідно радіус фільтра та обсіпки, м.

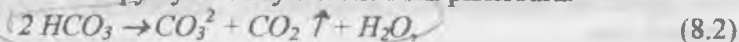
Параметр d залежить не тільки від співвідношення D_{50}/d_{50} , як основного, а також і від багатьох інших факторів /наприклад, від зміни навантаження на призабійну зону свердловин при перехідних процесах, що викликаються пуском або зупинкою насосів, від способу буріння та освоєння свердловини, типу фільтрів і т.п./.

Якщо процес механічної кольматації в основному завершується на етапі будівельної прокачки, то процеси хімічної та біологічної кольматації спостерігаються впродовж всього часу експлуатації свердловини.

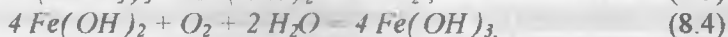
Хімічна кольматація обумовлена заповненням порового простору прифільтрової зони, вічок матеріала фільтра, водопідйомного устаткування та конструктивних елементів свердловини нерозчинними у воді утвореннями - гідратованими оксидами та солями різноманітних металів Fe, Ca, Mn, Mg, Zn, Si і ін., які відкладаються із фільтраційного потоку при певному мінеральному та газовому складі підземних вод та наявності ряду інших фізичних і хімічних умов.

Хімічна рівновага підземних вод як замкненої системи визначається температурою $t^\circ C$, та тиском P МПа, порційним тиском P_i МПа газів, що розчинені у воді, і при зміні цих параметрів під час гідродинамічного збурювання потоку підземних вод, що викликається відбиранням цих вод із водоносного шару, призводить до порушення цієї рівноваги.

При зниженні тиску води на межі "шар - фільтр свердловини" зменшується розчинність газів /в основному CO_2 /, відбувається їх виділення та порушується вуглекислотна рівновага.



Наявність у воді катіонів кальцію та магнію і порушення хімічної рівноваги призводить до утворення важкорозчинних осадів $CaCO_3, MgCO_3$ та залістих осадів в результаті переходу закисного заліза у оксиди за рахунок розчиненого у воді кисню. Цьому також сприяє утворення CO_2 та підвищення pH води



Інтенсивне виділення осадів відбувається поблизу зони фільтрів. В міру віддалення від фільтра інтенсивність випадання осадів зменшується. При розкритті фільтрів було встановлено, що зона хімічної кольтатації невелика, її радіус не перевищує 0,5...0,8 м.

Неправильний режим експлуатації та підвищення швидкості фільтрації у прифільтровій зоні на виході до фільтра призводять до посилення процесу кольтатації, так як при цьому збільшується об'єм іонів, що проходять через фільтр і утворюють нерозчинні відкладення, а також відбувається більш повне збагачення води киснем.

Дослідження у нашій країні та й за її межами показали, що для послаблення процесів кольтатації фільтрів та прифільтрових зон рекомендовано максимально збільшити вхідну водопропускну площу фільтра; вхідна швидкість в отворах фільтра не повинна при цьому перевищувати 3,05 см/с.

Процеси хімічної кольтатації, які відбуваються у прифільтрових зонах свердловин, інтенсифікують біологічну кольтатацію, тобто розвиток залізо- та марганцевих бактерій, які у різних видах присутні у всіх водоносних шарах підземних вод.

Основним фактором, який обумовлює розвиток залізо- та марганцевих бактерій є величина pH середовища, позитивний окислювально-відновлювальний потенціал Eh , наявність іонів заліза Fe^{2+} та вуглекислоти у воді.

Піскування свердловини в основному виникає в умовах розташування фільтрів у водоносних шарах складених із дрібнозернистих пісків або неправильно підібраних фільтрах, особливо при силкому складі ґрунту та великій неоднорідності його гранулометричного складу. При піскуванні різко зменшується щільність фільтрів та прифільтрових зон, що в свою чергу призводить до порушення нормальної роботи насосного обладнання та підвищення узагальненого опору свердловини.

Неповна або неправильно виконана розглинізація водоносного шару в процесі освоєння свердловини може призвести до замулення робочої частини фільтра глиняними частками, що транспортуються потоком води, яка проціджується через фільтр.

Що стосується витоків води із фланцевих з'єднань водопідйомних труб, так як і їх пошкодження або зношення, то вони зменшують кількість води, що піднімає і подає насос на денну поверхню.

Ще одним суттєвим фактором погіршення роботи свердловин є зношення установленого в свердловинах насосного обладнання.

У електрозанурених насосах ЕЦВ, наприклад, збільшуються щілини між робочими колесами і ущільненнями. Зношуються лабіринти коліс, лопаткових відведень й плаваючих кілець. Зростають об'ємні витрати води завдяки постійному перетіканню її через щілини, що збільшуються внаслідок зношення між рухомими робочими колесами і нерухомими частинами насоса. Електрозанурений насос щомісячно втрачає до 2...3% /в окремих випадках до 5 і навіть до 10% і більше/ своєї початкової продуктивності /подачі води/ внаслідок фізичного зношення його деталей.

Це виражається тим, що після монтажу у свердловину нового чи капітально відремонтованого насоса подача води свердловиною на протязі всього періоду експлуатації буде весь час зменшуватись (рис.8.3).

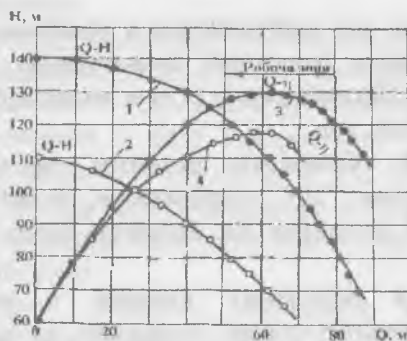


Рис.8.3. Зміна характеристик насоса ЕЦВ 10-63-110 з електродвигуном ПЕДВ 32-219 внаслідок його зношення

1,2- гідравлічні характеристики (Q - H) і (Q - η) нового і зношеного насоса. Термін роботи насоса на свердловині $t = 11$ міс. Швидкість зниження подачі води насосом - 3,9% на місяць.

Неврахування фактора зношення насосного обладнання призводить до того, що майже кожна свердловина /за невеликим винятком/ певний проміжок часу, часто досить значний, працює в збитковій області подачі води, завдяки чому експлуатація свердловин часто стає досить затратною.

Значна економія електроенергії, зниження експлуатаційних витрат, зменшення собівартості подачі води в цьому випадку можуть бути досягнуті при своєчасному виведенні насосного обладнання свердловини на капітальний ремонт або його зміни.

Причини зменшення продуктивності свердловин встановлюють систематично, замірюючи продуктивність водопідйомника, статичний і динамічний рівні.

Причини зміни якості води. Якість води, як і продуктивність свердловин, в більшості випадках, під впливом багатьох факторів змінюється і, як правило, в гірший бік. Основними причинами погіршення якості води та її забруднення є:

- порушення режиму зони санітарної охорони;
- надходження забруднених поверхневих вод у водоносний шар внаслідок пониження в ньому статичного рівня, через гирло свердловини, закинутих і незатампонованих за санітарними вимогами свердловини, що не експлуатуються;
- забруднення зони живлення експлуатаційного водоносного шару;
- надходження недоброякісних вод з інших водоносних шарів внаслідок відсутності або поганої затрубної і міжтрубної цементації і тампонування;
- витяг проміжних колон обсадних труб або зрізання верхньої частини колони без ретельного тампонування зазорів /щілин/, що утворилися;
- надмірна експлуатація свердловини з установкою водопідйомного обладнання, що значно перевищує своєю продуктивністю встановлену паспортною свердловини;
- зниження водонепроникливості або руйнування порід покрівлі чи підшви водоносного шару внаслідок зміни тиску в ньому;
- неправильне розташування фільтра /під покрівлею чи над підшвою/ у водоносному шарі;
- розрив фільтра;
- неправильний підбір фільтра;
- підняття рівня солоних вод, що підстеляють прісні води;
- часті зупинки і запуски свердловини без відкачок або без достатніх відкачок;
- недостатні відкачки після ремонту, заміни насосів, водопідйомної колони, фільтра, очистки відстійника і ін.

Вказані фактори по різному впливають на якісні і бактеріальні показники води. Так, порушення режиму зони санітарної охорони, надходження забруднених поверхневих вод у водоносний шар, забруднення зони живлення, як правило, веде до бактеріального забруднення води в свердловині і водоносному шарі, та до зміни якості води /збільшення каламутності/. Надходження вод з інших водоносних шарів, так же як і надмірна експлуатація свердловини,

веде до зміни сольового складу вод. Неправильний підбір та установка фільтра, як і його псування /розрив/ - веде до збільшення завислих частинок у воді, внаслідок змиву порід покрівлі чи підшви, або прямого попадання частинок водоносної породи до свердловини через фільтр. Недостатні, або відсутні відкачки /що недопустимо/ після ремонту та заміни обладнання ведуть, в першу чергу, до бактеріальних забруднень, а в другу, до погіршення якості води. Якщо воду, що забирають із свердловини, не дезинфікують, то не рідше одного разу на місяць у всіх випадках варто проводити контрольні хімічні і бактеріологічні аналізи її. Для відбору проб на напірній трубі поблизу виходу води із свердловини встановлюють спеціальний кран.

Щоб не допустити небажаних змін, як в подачі води, так і в її якості повинні проводитися ретельні спостереження і детальні обстеження свердловин увесь час їх роботи.

8.3. Ремонт

Буріння і облаштування свердловин в багатьох випадках супроводжується непередбаченими обставинами і подіями. Відсутність достовірних гідрогеологічних даних /особливо при розвідувальному бурінні/, або їх неточність, скритність робіт, неможливість їх візуального обстеження, несуть несподіванки /на жаль неприємні/, які приводять до вимушених зупинок процесу буріння, іноді до зміни способу буріння і навіть до аварійних ситуацій та їх ліквідації. Готовність до таких обставин при бурінні свердловин є однією із умов досягнення поставленої цілі.

Під час опробування свердловин, а тим більше під час їх експлуатації завжди виникає необхідність виконання тих чи інших ремонтних робіт, які б забезпечували їх безперервну роботу. В одних випадках недоліки в роботі свердловини, як водозабірної споруди, можуть бути передбачені і їх усунення може бути запланованим /наприклад, профілактичний ремонт або заміна насосного обладнання/. В інших випадках - виявлені під час обстеження свердловин, а в деяких випадках - тільки при виході свердловини із ладу в результаті аварії /чого не слід допускати/.

По складності, необхідності і витратах ремонтні роботи поділяються на поточні і капітальні.

Поточний ремонт свердловин. До поточних ремонтів свердловин відносяться ремонти, які проводяться з тимчасовою зупинкою

свердловин, без заміни їх основного обладнання. До таких робіт відносяться:

- роботи по очистці поверхні фільтрів без їх заміни;
- роботи по очистці свердловин від піщаних пробок, випадкових предметів і елементів обладнання, що упали в свердловину;
- роботи по очистці внутрішньої поверхні робочих і обсадних труб;
- роботи по профілактиці запірної і водорозбірної арматури, контрольно-вимірювальних приладів тощо.

Очистка поверхні фільтрів проводиться для поповнення їх пропускної спроможності при обростанні фільтрів внаслідок корозії, кольматації, солевих відкладень, та відкладень на фільтрі завислих частинок, які потрапляють у свердловину разом з водою.

Найбільш простим засобом для очистки фільтра від осадів є механічний йорж /рис.8.4а / та йорж з спірально намотаним дротом. Йорж опускається в свердловину на тросі або штанзі і рухаючись вниз вгору очищає поверхню фільтра.

Для очистки внутрішньої поверхні робочих і обсадних труб від корозійних відкладень застосовують скребачку /рис.8.4б/, або йорж з уловлювачем /рис.8.4в /, який забезпечує одночасно з очисткою і збір та вилучення осадів.

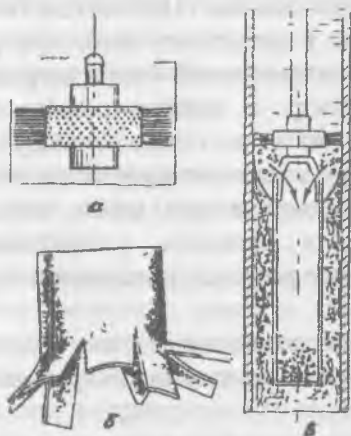


Рис.8.4. Засоби механічної очистки фільтрів свердловин

а - механічний йорж; б - скребачка; в - йорж з уловлювачем;

Для розгlinізації свердловин і відновлення водопропускної спроможності фільтра після кольматації фільтруючої поверхні солевими відкладеннями і механічними домішками застосовують гідройорші. Часто йоржі-щітки комбінують із спеціальними

наконечниками через які вода під великим тиском виливаються на фільтр.

У випадках хімічної і електрохімічної колюматації фільтрів сольовими і залізистими відкладеннями, механічного забруднення робочої частини фільтрів породами водоносних горизонтів, цементації порід прифільтрової зони свердловини, найбільш ефективною є електрогідравлічна обробка фільтрів. При такій обробці використовується електричний розряд високої напруги (біля 50 тис.В/ в воді між електродами розрядника, який спускається в зону розміщення фільтра. Колюматуючий осад на фільтрах руйнується ударними хвилями, які виникають під час електричного розряду.

Для звільнення отворів фільтра від механічних частинок породи, загустілого глиняного розчину з успіхом може застосовуватися свабування та желонування свердловин - опускання і піднімання у воді свердловини поршня-сваби або желонки. При опусканні сваби через стовп води на забій і стінки фільтра передається тиск, що і веде до звільнення отворів фільтра від механічних частинок. Різкий підйом сваби створює в свердловині вакуум, під дією якого вода з великою швидкістю входить в свердловину, очищуючи фільтр.

Для очистки робочої поверхні фільтра і прифільтрового простору свердловини від сольових відкладень і корозії добрий ефект дає обробка фільтруючої поверхні сухим льодом. Цей метод потребує герметичного закриття свердловини, в результаті чого, при реакції сухого льоду з водою, створюється надлишковий тиск в свердловині. Під дією тиску вода, через фільтр і прифільтровий простір видавлюється у водоносний шар, після чого тиск зменшують до нормального і вода водоносного шару з великою швидкістю поступає в свердловину. Вуглекислота, що присутня при цьому, допомагає поглинанню сольових відкладень, а наявність у вуглекислому середовищі інгібітору, який повинен додаватися, попереджує корозію стінок фільтра і труб.

Ефект очищення фільтра за рахунок перемінного тиску покладений і в основу відновлення продуктивності свердловин ультразвуковим і вібраційними методами.

Добрий результат очищення фільтра і прифільтрового простору від сольових відкладень дає обробка свердловин хімічними реагентами. Так, відкладення, що складається із карбонату кальцію і гідрату окису заліза, можна видалити лише розчинивши їх кислотою. Для цього приміняють технічну і інгібіровану соляну кислоту, іноді з добавкою

укусної кислоти. Добрий ефект, для відновлення водопропускної спроможності фільтра і при фільтрової зони, дає застосування складних хімічних сполук-комплексів.

Капітальні ремонти свердловин. До капітальних ремонтів свердловин відносяться роботи по заміні їх конструкцій, водопід'ємного обладнання, фільтрів, ліквідації затрубного зв'язку між водоносними шарами, перехід водозабору до іншого водоносного шару, захист свердловини від недоброякісних вод поверхневих джерел /наприклад, морської води/. Як правило, виконання капітальних ремонтів потребує значного часу, спеціального обладнання і великих затрат.

Найчастіше строк служби водяних свердловин визначається строком служби обсадних труб і фільтрів. Колони обсадних труб руйнуються корозією в залежності від агресивності оточуючого середовища. Найбільша руйнація внутрішніх стінок обсадних труб припадає на ділянки перемінного змочування і осушення, тобто на ділянку між статичним і динамічним рівнями. На швидкість зносу труб також впливають агресивні властивості води. Вода в якій є вільна вуглекислота, сірководень, гумінові речовини і забруднення руйнуює сталеві обсадні труби дуже швидко. Інтенсивному зношенню труб сприяють також блукаючі струми. При великій швидкості руху води в робочих колонах труб спостерігається механічне зношення навіть при незначній кількості піску у воді.

Строки руйнування обсадних труб різні - від 6...10 років до 40...50 років.

Металеві фільтри, як сітчасті так і дірчасті /з круглими і щільними отворами/, як правило зношуються швидше обсадних труб. Вони, якщо і не псуються, то заростають продуктами корозії або колюматуються.

Видалення із свердловини зношеної колони обсадних труб і заміна її новою можливе лише в тих випадках, коли вона не сильно зруйнована і може витримати натяжку домкратів, а кільцевий зазор між нею і попередньою колоною не засмічений і не зацементований. Перед тим, як приступити до вирізки колони і її підняття на поверхню, необхідно детально перевірити її технічний стан до глибини вирізки, промити кільцевий зазор, а при потребі обробляти його інгібірованою соляною кислотою для розчинення продуктів корозії. Вирізку проводять внутрішнім трубобізом оснащеним ріжучим роликком.

Якщо колона дуже зруйнована, то її вирізати не треба. В таких випадках колону витягують частинами, відриваючи натяжкою домкратів. Після підняття на поверхню зношеної, чи зруйнованої колони стінки свердловини закріплюють новою колоною на всю глибину піднятої на поверхню колони. При задовільному стані труб нижче зрізу, новою колоною можна закріплювати свердловини лише від зрізу до гирла. В протилежному випадку встановлюють колону, що складається із труб двох діаметрів. До зрізу встановлюють трубу діаметром, рівним діаметру зрізаної колони, а нижче - меншого діаметра, посаджену всередину зрізаної колони.

В більшості випадків нову колону труб встановлюють без вирізки старої колони. І тільки в тих випадках, коли діаметр нової колони недостатній для розміщення водопідйомника необхідно вирізати зношену колону. Якщо вирізку зношеної колони виконати неможливо, то старий водопідйомник замінюють новим з меншими габаритами.

Перед установкою нової колони проводять чистку внутрішніх стінок старої колони і промивають водою внутрішній кільцевий міжтрубний зазор свердловини. Якщо в старій колоні немає наскрізних отворів для нагнітання через них цементного розчину в міжтрубний і затрубний простір, її прострілюють або проколюють. Кільцевий зазор між старою і новою колонами цементують на всю їх висоту.

Зношений або зруйнований фільтр замінюють новим, коли всі засоби по його відновленню не дають позитивних результатів. Заміна фільтра це трудомістка і складна робота. Для заміни старого фільтра новим його витягують на поверхню, при цьому, як правило, водоносна порода обвалюється. Для установки нового фільтра, породу що обвалилася розбурюють з посадкою колони обсадних труб на забій. Встановлюють новий фільтр і піднімають колону на повну висоту нового фільтра. Найбільш складною роботою при цьому є підняття старого фільтра. Короткі фільтри вдається підняти на поверхню. Довгі - найчастіше не вдається, тому, що при сильній корозії, він обривається, при захваті зверху, а при захваті знизу - сплющується. Обрив фільтра веде до вилучення його із свердловини по частинах, кожного разу розбурюючи породу що обвалюється. Для попередження обвалів породи при бурінні і посадці колони потрібно проводити промивку глиняним розчином. Це можливо, коли вдається використати обсадних колону труб. Якщо це неможливо, тоді в свердловину вводять нову колону меншого діаметра. В такому

випадку витягнути старий фільтр на поверхню не вдається, тому що його діаметр, як правило більше діаметра труб нової колони. В цьому випадку фільтр вилучають із свердловини кусками, розбурюючи його і піднімаючи через нову колону

При неможливості підняття зношеного фільтра на поверхню в неглибоких свердловинах доцільніше затампонувати свердловину і пробурити замість неї нову.

Фізично зношене або таке що вийшло із ладу водопід'ємне обладнання /при втраті початкової продуктивності більше ніж 25% / підлягає заміні на нове або капітально відремонтоване. Особливої обережності слід додержуватися при демонтажі глибинних (занурених) насосів. Вантажопід'ємні засоби при цьому повинні мати трикратний запас міцності. При заклинюванні в обсадній колоні електронасоса слід терміново зупинити підйом чи спуск і ліквідувати виниклу ситуацію шляхом повільного і обережного обертання колони труб.

При підйомі ерліфтів, в яких нижня частина труб засипана породою, що проникла в свердловину, в першу чергу потрібно звільнити її від цих відкладень.

Зв'язок між водоносними шарами через наскрізні отвори в обсадних трубах по міжтрубному просторі ліквідується встановленням нової колони з цементацією міжтрубного кільцевого зазору. Ліквідація затрубного зв'язку водоносних шарів в неглибоких свердловинах (до 50 м) досягається цементацією приствольних свердловин, пробурених навколо експлуатаційної свердловини. Більш глибокі свердловини доцільно цементувати через отвори, що прострілюються або просвердлюються в обсадній трубі.

Перехід на інший водоносний шар буває доцільним при більшій його водоносності, більш, високому рівні води, кращої її якості, при погіршенні якості води експлуатаційного водоносного шару чи значній місцевій депресії внаслідок впливу роботи сусідніх свердловин.

Для переходу на вищерозташований водоносний шар, що перекритий при бурінні обсадними трубами, водоносний шар, що експлуатується, слід затампонувати. Для цього, після очистки забою і стінок обсадних труб в свердловину засипають промитий інертний матеріал на глибину до 2...3 м нижче башмака обсадної колони, потім засипають шар піску (0,5...1м) і заливають в свердловину, через шливну трубу, цементний розчин на 1...2м вище покрівлі

водонепроникливого шару, що розділяє водоносні шари. Після схвачування цементного розчину і перевірки забивки на герметичність, розкривають вищерозташований водоносний шар. Для цього внутрішнім труборізом вирізають колону обсадних труб. Вирізану частину обсадних труб піднімають для відкриття водоносного шару, а кільцеві зазор цементують. На ділянці відкритого водоносного шару встановлюють фільтр.

Якщо вирізану колону обсадних труб підняти не вдається, то її прострілюють, або руйнують кумулятивним зарядом і після очистки забою встановлюють фільтр.

При переході на нижче розташовані водоносні шари фільтр піднімають на поверхню, колону обсадних труб, при можливості опускають на забій (чи породу, яка обрушилася після підняття фільтра) або встановлюють нову і прорубують свердловини до потрібного водоносного шару. Встановлюють фільтр і тампонуєть (цементують) затрубний простір.

Для захисту свердловин від недоброякісних поверхневих вод влаштовують ряд перехоплюючих свердловин, якими забирають ці води.

8.4. Ліквідація свердловин

35
↓
Свердловини, які пробурені лише для розвідувальних цілей, розвідувально-експлуатаційні свердловини, які не можуть бути використані в експлуатації, та експлуатаційні свердловини, що знизили свою першопочаткову (проектну) продуктивність більше ніж на 25% і не можуть бути відновленими (відремонтованими) підлягають ліквідації. Ліквідації підлягають також свердловини необхідність в яких відпала (свердловини для тимчасового водопостачання), свердловини неправильної конструкції, виправлення якої неможливе або недоцільне, свердловини різного призначення, в тому числі поглинаючі, дренажно-поглинаючі та подвійного призначення, використання яких закінчилось, або які пройшли в непридатність.

Перед ліквідацією стан свердловин обстежується:

- визначається глибина і ступінь замулення забою і фільтра,
- проміряється стан конструкції свердловини,
- наявність зв'язку між водоносними шарами.

Водопідйомне обладнання із свердловини демонтується. Свердловини перед ліквідацією очищають від відкладень і дезинфікують. Вилучення чи вирізка окремих ділянок обсадних труб як і фільтра, не обов'язкова. Підніматися на поверхню можуть лише ті труби і фільтри, вилучення яких із свердловини не приведе по обвалу стінок і не порушить ізоляцію між водоносними шарами. Якщо колони обсадних труб не вилучають із свердловини, то перевіряють надійність їх цементації затрубного простору. При необхідності /при порушенні монолітності цементації/ її укріплюють, прострілюючи чи проколюючи обсадні труби і через ці створи нагнітають цементний розчин в затрубний простір.

Водоносний шар, розкритий для експлуатації, засипають стерильним фільтруючим матеріалом - гранітним щебенем, гравієм, галькою і т.п. Водонепроникнені шари свердловини, заливають цементним розчином з співвідношенням: цемент-пісок - 1:1; 1:3. Тампонаж жирною в'язкою глиною допускають лише при впевненості, то глина ніколи не буде розмитою.

Верхню частину свердловини на всю глибину від поверхні землі до першого водонепроникненого шару, але не менше ніж на глибину 10м тампонують цементним розчином. Над затампованою /ліквідованою/ свердловиною встановлюють бетонну плиту, на якій позначають центр ліквідованої свердловини.

Про ліквідацію свердловини складають акт і технічний звіт в якому повинен бути план розташування ліквідованої свердловини, опис процесу тампонажу та креслення виконаного тампонажу. Тампонаж виконується під контролем місцевої санітарно-епідеміологічної станції. Акт і технічний звіт прилучають до паспорту ліквідованої свердловини.

9. ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ БУРОВИХ РОБІТ

При пересуванні самохідних бурових установок робітникам дозволяється знаходитися тільки в кабіні водія. Забороняється: пересувати бурову установку з піднятою або з опущеною на опори і не укріпленою хомутами щоглою, з незакріпленою ведучою трубою; перевозити на платформі установки вантажі, що не входять у її комплект; проїжджати із швидкістю більшою за 5 км/год під високовольними електролініями, якщо між проводами і найвищою точкою установки відстань менше 2...9 м (залежить від напруги ЛЕП).

Перед підйомом щогли бурової установки необхідно перевірити її стан і усунути виявлені недоліки. Щогли піднімають і опускають тільки за допомогою справних піднімальних механізмів плавно і на малих швидкостях. При цьому забороняється знаходитись біля ротора або шпинделя бурового станка; на майданчику або в кабіні автомобіля (крім водія); лишати підняту щоглу у висячому положенні або утримувати їх вручну за допомогою підпорок; утримувати нижні кінці щогл і розтяжки щогл безпосередньо руками або важелями; знаходитися на щоглі, що піднімається або під нею.

Талеву оснастку і ремонт кронблока щогли дозволяється робити тільки при горизонтальній щоглі або з кронблочного майданчика.

При роботі бурових установок щогла повинна бути закріплена в робочому положенні, опори щогл піддомкращені, міцно закріплені її колеса, гусениці, полози. Відстань від основи бурової до брівки стрімких схилів повинна бути не менше 3 м. Забороняється працювати на буровій установці під лінією електропередачі. У охоронній зоні ЛЕП роботи виконуються тільки після інструктування працюючих і видачі наряду-допуску.

До верхових робіт при монтажі і демонтажі щогл допускаються тільки досвідчені та спеціально навчені монтажники. Усі робітники повинні працювати в захисних касках, при необхідності з утепленими підшоломниками й у спецодязі.

Бурова установка повинна бути забезпечена засобами малої механізації, механізмами, засобами і приладами, що підвищують безпеку робіт, мати під'їзні шляхи, контрольно-вимірювальні прилади повинні мати ґюмбу або клеймо держперевірки. Манометри вибирають із такою шкалою, коли при робочому тиску стрілка знаходилася в середній третині шкали, та встановлюються так, щоб обслуговуючий персонал чітко бачив їхні показання.

Ширина робочих проходів для обслуговування самохідних і пересувних установок повинна бути не менше 0,7 м.

Всі гвинтові з'єднання щогл повинні мати контргайки або спеціальні шайби. Бурові щогли висотою 14 м і більш треба зміцнювати розтяжками зі сталевих канатів. Кількість, діаметр, місце і засіб кріплення розтяжок визначають розрахунком. Кріплення розтяжок повинні бути виконані за допомогою коуша і з трьома і більше затискачами. Розтяжки встановлюють у діагональних площинах так, щоб вони не перетинали доріг, електроліній, маршових східців і перехідних майданчиків. Нижні кінці розтяжок кріплять через стяжні муфти до якорів. Забороняється кріпити дві розтяжки до одного якоря.

Вишки висотою більш 14 м повинні мати кронблочний майданчик, обгороджений бильцями висотою 1,25 м із середньою рейкою і бортовою обшивкою висотою не менше 0,15 м, мати прохід навколо кронблока. Основа майданчиків повинна бути виготовлена з міцного матеріалу і прикріплена до ніг вишки за допомогою хомутів і болтових з'єднань. Настили всіх майданчиків і шаблі східців до них повинні бути виконані з листової сталі з рифленою поверхнею або з дощок товщиною не менше 40 мм (суцільні).

Біля бурової установки з боку робочого (основного) виходу влаштовують приймальний міст завширшки не менше 2 м з ухилом не більш 1:20 із дощок товщиною не менше 40 мм. При роботі "на винос" довжина приймального мосту повинна перевищувати довжину виносних бурильних труб (свічок) не менше ніж на 2 м. Біля приймального мосту обладнують стелажі з пристроями, що попереджають труби від розкочування при їх укладці. При розташуванні приймального мосту на висоті більш 0,7 м, він виготовляється з дощок товщиною не менше 50 мм і обладнується з боку, протилежного стелажу, бильцями.

Робочі місця бурового майстра і його помічника на самохідних і пересувних бурових установках повинні мати міцний настил із дощок і укриття від несприятливих атмосферних умов.

Талеві канати повинні мати запас міцності не менше 3 відносно максимального проектного навантаження, а канати для підйому і спуску щогли та вантажів - не менше 2,5 відносно максимально можливого навантаження. Всі канати повинні мати посвідчення (сертифікати) заводу-виготовлювача. Канат кріпиться на барабані лебідки за допомогою спеціальних пристроїв. Для правильної укладки

каната на барабан лебідки встановлюється відтяжний ролик або канатовкладальник. Мертвий кінець талевого канату повинен закріплюватися трьома гвинтовими затискачами і так, щоб виключалося його торкання елементів щогли. Радіус вигину канату повинен бути не менше дев'яти його діаметрів. Мертвий кінець до динамометру кріпиться через коуш. При спуско - підйомних операціях на барабані лебідки повинно залишатися не менше трьох витків канату. Всі працюючі канати перед початком зміни повинні бути оглянуті буровим майстром із занесенням результатів у буровий журнал. Талеві канати і канати для підйому вишок щодавно і після роботи на граничних навантаженнях повинні оглядатися старшим буровим майстром із занесенням результатів огляду в "Журнал перевірки стану техніки безпеки". Щогли бурових установок у районах, де можливі польоти літаків на їх висоті, повинні мати сигнальні вогні.

Буровий агрегат перевіряє на початку зміни буровий майстер, старший буровий майстер - один раз в декаду, технічний керівник і механік партії - один раз у 2 місяці. Результати перевірки буровий майстер заносить в буровий журнал, інші керівники - в "Журнал перевірки стану техніки безпеки".

Виявлені несправності усувають до початку робіт. Відстань від бурової установки до житлових і виробничих будівель, залізниць і шосейних доріг повинна задовольняти нормам протипожежної безпеки і бути не менше полуторної висоти щогли. При бурінні свердловин біля населених пунктів і на території промислових підприємств допускається монтувати бурову установку на відстані від сусідніх будівель менше полуторної висоти щогли, але повинні втримуватися додаткові заходи, що забезпечують безпеку робіт, заходів протипожежної безпеки і безпеки населення (установлення додаткових розтяжок, огорож, сигнального освітлення й ін.).

Під час роботи бурових станків забороняється переключати швидкості лебідки і обертача, переключати обертання з лебідки на обертач і в зворотному напрямку до їх повної зупинки. Не можна заклинювати ручки управління машин і механізмів, користуватися патронами шпинделя з виступаючими голівками затискних гвинтів, заміряти ведучу трубу, що обертається. Забороняється працювати на лебідці з несправними гальмами, стояти в безпосередній близькості від труб і елеватора, що спускаються або піднімаються, спускати труби з недовернутими різьбовими з'єднаннями або робити швидкий

спуск на всіх уступах і переходах у свердловині. Не можна тримати у висячому положенні талеву систему під навантаженням або за допомогою вантажу, накладеного на ручку гальма або шляхом заклинювання ручки, застосовувати елеватори, гаки, вертлоги з несправними запірними пристроями або без них, а також перевіряти або чистити різьбові з'єднання голими руками. Категорично забороняється охолоджувати третю поверхню гальмівних шківів водою, глинистим розчином і ін.

Всі операції по згвинчуванню і розгвинчуванню сальника, бурильних труб і інші роботи на висоті більше 1,5 м повинні проводитися зі спеціальних настилів і майданчиків або переносних сходищ, обгороджених бильцями.

При короткочасних зупинках буріння бурильні труби треба піднімати на висоту, що виключає можливість їхнього прихвату. При діаметрі бурильних труб більше 63,5 мм для їхнього переміщення від устя свердловини до свічника й назад, а також для підтягування труб за палець вишки при відстані від настилів до осі бурової вишки більш 0,7 м повинні використовуватися спеціальні гачки. Гачки, що знаходяться на настилах, повинні бути прив'язані.

Ручки трубних ключів можна подовжити шляхом щільного надівання на них безшовних патрубків. Довжина спряжень повинна бути не менше 0,2 м, а загальна довжина плеча не більш 2 м.

Після закінчення розвідувальних бурових робіт на свердловині необхідно: засипати всі ями і шурфи, що залишилися після демонтажу бурової; провести ліквідаційний тампонаж свердловини і герметизувати устя свердловини відповідно до вимог ліквідаційного тампонажу свердловин різноманітного призначення, засипання гірських виробок і закинутих колодязів для запобігання забруднення і виснаження підземних вод; прибрати фундамент бурової установки; ліквідувати забруднення ґрунту від паливно-мастильних матеріалів і вирівняти майданчик, а на культурних землях провести рекультивацію.

При бурінні свердловин роторним та колонковим способом забороняється: працювати на бурових установках із неогороженим шпинделем і барабаном лебідки; лишати свічі, незаведеними за палець настилів; переміщувати в шпинделі бурильні труби під час обертання шпинделя; піднімати бурильні, колонкові й обсадні труби з горизонтального положення у вертикальне й опускати їх при швидкості робочої гілки каната, що перевищує 1,5 м/с.

Різниця в довжині свіч бурильних труб допускається не більше 0,5 м. Над рівнем настилу робочого майданчика свіча мінімальної довжини повинна виступати не менше ніж на 1,2 м, а свіча максимальної довжини - на 1,7 м. Довжина бурильних свіч визначається розрахунком виходячи з висоти щогли.

Для обмеження граничної висоти підйому елеватора і попередження затягування його в кронблок або підвісний блок на щоглі встановлюється протизатягувач або сигналізатор перепідйому.

При роботі лебідкою за допомогою ручки ручного підйому при зупинці роботи варто негайно зняти з станка ручку підйому. Перекріплювати патрони шпинделя можна тільки при вимкненому обертачі і після зупинки шпинделя.

Згвинчувати і розгвинчувати буровий інструмент, витягати керн із підвішеної колонкової труби дозволяється в тому випадку, якщо труба утримується у висячому положенні гальмами, керованими буровим майстром. При цьому підвіска труби допускається тільки на вертлюг-пробці, кільцевому елеваторі або напівавтоматичному елеваторі при закритому і зафіксованому засувкою затворі і відстані від нижнього кінця труби до настилу не більш 0,2 м.

При витягуванні керна з підвішеної колонкової труби не можна підтримувати руками її знизу, перевіряти рукою положення керна в підвішеній колонковій трубі і витягати керн шляхом струшування колонкової труби лебідкою станка або нагріванням колонкових труб на відкритому вогні.

Застосування вантажопідйомних пристроїв місцевих конструкцій (елеватори, вертлюги-пробки й ін.) допускається тільки після прийняття їх приймальними комісіями міністерств (відомств) і узгодження з відповідними органами нагляду. Забороняється застосовувати елеватори з затворами, що не мають фіксуючих затискувачів і відкриваються автоматично при розгойдуванні снаряду під час спуску його в свердловину. При використанні напівавтоматичних елеваторів необхідно тримати елеватори і наголовники в справному і чистому стані. Операції, що пов'язані з розгойдуванням і переміщенням бурового снаряда та заміною бурильних труб, виконують тільки при закритому і зафіксованому затискувачем затвору елеватора.

Свічу нагвинчують при ослабленому канаті. Елеватор піднімають нагору по свічі плавно, без ривків, на другій швидкості лебідки, але не більш 1,5 м/с на прямому канаті. У буровому снаряді варто

застосовувати з'єднувальні замки і муфти, що відповідають відповідним нормам і типу застосовуваного елеватора, свічники, що мають по периметру металеві борти висотою не менше 350 мм. При підйомі елеватора нагору по свічі помічник бурового майстра повинен знаходитися від свічників на відстані не менше 1,5 м. Забороняється при випадкових зупинках бурового снаряду в свердловині поправляти, знімати і надівати елеватор і наголовник до установки снаряду на підкладну вилку або шарнірний хомут.

При бурінні свердловин станками з важелевою і диференціальною подачами не дозволяється: працювати при відсутності в станках захисних дуг від удару важелем або без застосування кремальєрних виделок, без стопорних пристроїв для відключення важеля; перебувати поблизу станка в площині руху важеля подачі при розширенні свердловини, чищенню її від шламу і при проштовхуванні керна, що випав і розклався у свердловині, а також під час буріння. Нарощувати важіль подачі патрубком, який закріплений на важелі стержневим гвинтом, при спуску і підйомі бурильних труб вручну, при бурінні з розгойдуванням труб, лишати важіль подачі включеним у тих випадках, коли це не потрібно за умовами роботи.

Балансирна рама ударних станків під час їхнього огляду, ремонту, перестановки пальця кривошипів повинні знаходитися в крайньому нижньому положенні, а при перебуванні вгорі їх варто вкладати на опори. Робочий майданчик біля установки повинен утримуватися в чистоті і мати зручні підходи, систематично очищатися від породи що витягається, а в зимовий час від льоду і снігу і посипатися піском. Над робочим місцем бурового майстра обладнується захисний козирок.

При заправці різців розширювача при спуску його в обсадні труби слід вжити заходів, що виключають можливість ушкодження рук різцями.

Спрямовувати буровий снаряд і желонку при спуску в свердловину, утримувати від розгойдування і відтягати їх убік слід тільки спеціальними гаками або канатом. Не можна лишати відкритим устя свердловини, коли це не вимагається за умовами роботи. Крім того, устя свердловини, що має діаметр більш 600 мм, необхідно захищати. Не дозволяється: стояти в момент згвинчування і розгвинчування бурового снаряду в радіусі обертання ключа; стояти в напрямку натягнутого каната; підтягувати обсадні труби й інші вантажі через щоглу установки на відстань більш 10 м при відсутності

спеціальних направляючих роликів; згвинчувати і розгвинчувати обсадні труби без закріплення нижньої частини колони труб хомутами; використовувати для утримання колони труб шарнірні і ланцюгові ключі.

Забороняється: лишати буровий снаряд і желонку в підвішеному стані; закріплювати забивну голівку при включеному ударному механізмі; установлювати промивні відстійники і виконувати інші роботи в створі площини підйому щогли бурової установки ближче полуторної її висоти і збоку від установки ближче 5 м; вести буріння при несправному амортизаторі ролика робочого канату.

Особливу обережність необхідно виявляти при вібробурінні свердловин. Міцність з'єднання частин вібратора повинна перевірятися перед його спуском і через кожні півгодини роботи. Повний контроль усіх вузлів і з'єднань вібратора проводиться через кожні 20 годин роботи. Забороняється користуватися вібраторами, що мають у корпусах і деталях навіть незначні тріщини.

Різьбові з'єднання деталей вібратора повинні бути затягнуті контргайками і зашпільнтовані. Електродвигун треба включати (виключати) через окремий рубильник. Вібратор із гаком і елеватором піднімальної системи повинен з'єднуватися пристроєм, що надійно замикається.

При виконанні спуско-підйомних операцій, а також для зміни довжини снаряду в процесі буріння забороняється з'єднувати (роз'єднувати) бурильні труби з вібратором, що знаходяться в піднятому положенні. Під час огляду і змашування, а також при переміщенні віброустановки вібратор повинен знаходитися в крайньому нижньому положенні. Не можна стояти в площині обертання ексцентриків вібратора при його роботі, спрямовувати й утримувати трубу руками при забурюванні.

Віброустановка повинна бути обладнана направляючим пристроєм. Кабель живлення електродвигуна, щоб уникнути ушкодження, не повинен стикатися з частинами, що вібрують.

Перед сумісною роботою вібратора і лебідки установки, при спуску і витягуванні обсадних труб і ліквідації аварії слід: перевірити талеву систему і надійність кріплення лебідки до рами установки і рами до фундаменту; виявлені несправності усунути; оглянути вишку або щоглу, несправні елементи замінити новими, слабкі різьбові з'єднання підтягти; відвести з бурової людей, за винятком особи, що управляє лебідкою установки. Забороняється при сумісній роботі

вібратора і лебідки установки одночасно робити натяжку труб домкратом.

Перед спуском або підйомом колони обсадних труб старший буровий майстер зобов'язаний особисто перевірити справність шогли, устаткування, талевої системи, інструменту, контрольно-вимірювальних приладів і стану фундаментів. Виявлені несправності повинні бути усунуті до початку спуску або підйому труб.

Буровий майстер перед обертанням прихваченої колони труб вручну ключами й іншими інструментами повинен спочатку вибрати слабіну підйомного канату, а при обертанні труб бути наготові в будь-який момент загальмувати самовільне їхнє опускання.

У процесі спуску і підйому обсадних труб не допускається вільне розгойдування секції колони обсадних труб, утримування труби безпосередньо руками або шляхом охоплення їх канатом. Не можна затягувати і виносити обсадні труби без використання трубного візка, витягати труби при сумісній роботі ударною бабою і домкратом, лебідкою.

Майданчик для укладки цементу повинен бути міцним, достатніх розмірів, із східцями для безпечного підйому і спуску робітників. До початку робіт із цементування свердловини повинна бути перевірена справність захисних клапанів і манометрів, а вся установка (насоси, трубопроводи, шланги, заливні голівки й ін.) опресована на полутонний розрахунковий максимальний тиск, який необхідний для цементування, проте не більше максимального робочого тиску, який передбачений технічним паспортом насосу. Заливна голівка повинна бути обладнана запірним вентилям і манометром. Не можна застосовувати насос, що не забезпечує розрахунковий максимальний тиск.

Робітники, які зайняті на роботах по просіюванню цементу і готуванню цементного розчину, повинні працювати в респіраторах і захисних окулярах. Забороняється бути присутнім біля заливних агрегатів особам, що не працюють на них. Після закінчення цементування для спостереження за тиском, що виникає в трубах, повинен бути залишений черговий. Тиск у трубах, що перевищує на 10% робочий тиск, прийнятий при опресуванні, повинен бути знижений до допустимого.

Література

1. Белецкий А.С., Дубровский В.В. Проектирование разведочно-эксплуатационных скважин для водоснабжения. - М.: Агропромиздат, 1990.-335с.
2. Беляков В.М., Краснощеков Г.М., Попов В.А. Учебная книга мастера по бурению скважин на воду. - М.: Колос, 1983. - 400с.
3. ВБН 46/33-2.5-5-96. Сільськогосподарське водопостачання. Зовнішні мережі і споруди. Норми проектування. - К.: Вища школа, 1996. - 152 с.
4. Водне господарство в Україні /За ред. А.В.Яцика, В.М.Хорєва. - К.: Генеза, 2000.- 456с.
5. Вортман З.М. Практика ударно-канатного бурения на воду.-М.: Недра, 1971 - 296с.
6. Гіроль М.М. та ін. Безпека праці в будівництві. -Рівне: УДУВГП, 2003. - 395с.
7. Ильин В.Г., Сафонов Н.А. Буровое дело. - М.: Колос, 1972. - 206с.
8. Морозов Є.А., Мерций В.А. Сооружение и эксплуатация водозаборных скважин. - К.: Будівельник, 1979. - 148с.
9. Оводов В.С. Сельскохозяйственное водоснабжение и обводнение. - М.: Колос, 1984. - 480с.
10. Орлов В.О. Сільськогосподарське водопостачання. - К.: Вища школа, 1998.-182с.
11. Орлов В.О., Кравченко В.С. Сільськогосподарське водопостачання. Курсове і дипломне проектування.- К.: Вища школа, 1992. - 190с.
12. Орлов В.О., Назаров С.М., Шадура В.О. Проектування водозабірних споруд. - Рівне: УДУВГП, 2002. - 128с.
13. Пособие по проектированию сооружений для забора подземных вод (к СНиП 2.04.02-84) /ВНИИ ВОДГЕО Госстроя СССР.- М.:Стройиздат, 1989.-272 с.
14. Рекомендации по ударно-канатному бурению скважин при инженерных изысканиях в строительстве / ПНИИИС. - М.: Стройиздат, 1986. - 142 с.
15. СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. - М.:Стройиздат, 1985.-131 с.

16. Смагин В.Н., Небольсина К.А., Беляков В.М. Курсовое и дипломное проектирование по сельскохозяйственному водоснабжению. - М.: Агропромиздат, 1990. - 335 с.
17. Справочник по бурению скважин на воду / Под ред. Д.Н.Бапкатова. - М.: Недра, 1979. - 560с.
18. Справочник по бурению и оборудованию скважин на воду / Под ред. В. В. Дубровского. - М.: Недра, 1972. - 512с.
19. Справочник по специальным работам. Проектирование и сооружение скважин для водоснабжения / Под ред. И.А. Ганичева. - М.: Стройиздат, 1970. - 200с.
20. Старинский В.П., Михайлик Л.Г. Водозаборные и очистные сооружения коммунальных водопроводов. - Минск.: Высшейшая школа, 1989. - 168 с.
21. Тугай А.М., Орлов В.О. Водопостачання. - Рівне: РДТУ, 2001. - 429с.
22. Тугай А.М., Орлов В.О., Шадура В.О. Буріння свердловин для водопостачання. - Рівне: РДТУ, 2000. - 140с.
23. Тугай А.М., Прокопчук И.Т. Водоснабжение из подземных источников. Справочник. - К.: Урожай, 1990. - 264 с.
24. Тугай А.М., Прокопчук И.Т. Эксплуатация и ремонт систем артезианского водоснабжения. К.: Будівельник, 1988. - 176 с.
25. Тугай А.М., Терновцев В.Е. Водоснабжение. Курсовое проектирование. - К.: Вища школа, 1980. - 527 с.
24. Тугай А.М., Тугай Я.А. Водопостачання. Джерела та водозабірні споруди. - К.: УФІМБ, 1998. - 196с.
25. Хоружий П.Д., Орлов В.О., Ткачук О.А. та ін. Довідник по сільськогосподарському водопостачанню і каналізації. К.: Урожай, 1992. - 294 с.

П А С П О Р Т

гідрогеологічної свердловини № _____
складений згідно технічних умов проектування і
спорудження бурових свердловин на воду БН-14-57

Рівне 2003

Зміст

- I. Місце знаходження та технічні дані
- II. Геологічний розріз і конструкція свердловини.
- III. Результати пробної (дослідної) відкачки.
- IV. Дані про геофізичні роботи.
- V. Додаткові дані.
- VI. Лабораторні дослідження.
- VII. Бактеріологічні дослідження.
- VIII. Зони санітарного режиму.
- IX. Гідрогеологічні висновки.
- X. Інформація про виконані ремонти.
- XI. Експлуатаційні показники і монтаж водопідйомної установки.
- XII. Надсвердловинні споруди.

I. СВЕРДЛОВИНА № _____

1. Місцезнаходження _____
2. Відомча придатність _____
3. Призначення свердловини (питні, технічні потреби, зрошення) _____
4. Експлуатаційна свердловина пробурена (назва організації) _____
5. Глибина свердловини _____ м.
6. Термін буріння розпочато _____, закінчено _____
7. Тип бурової установки та спосіб буріння _____
8. Прізвище бурового майстра _____
9. Буріння свердловини виконане наступними діаметрами:
 D _____ мм від _____ до _____ м.
 D _____ мм від _____ до _____ м.
 D _____ мм від _____ до _____ м.
10. Свердловина закріплена обсадними трубами:
 D _____ мм від _____ до _____ м.
 D _____ мм від _____ до _____ м.
11. В інтервалі глибин _____ свердловина пройдена діаметром _____ мм і обсадними трубами не закріплена.
12. В свердловині встановлена фільтрова колона
 _____ (тип фільтра) _____
 робоча частина I яруса діаметром _____ мм, інтервал _____
 робоча частина II яруса діаметром _____ мм, інтервал _____
 Відстійник довжиною _____ м, діаметром _____ мм встановлений в інтервалі _____
 Сальник на надфільтрових трубах встановлений на глибині _____ м.
 Нижня частина відстійника закрита _____ корком
 Робоча частина фільтра в інтервалі _____ м обсипана гравієм.
13. Виконана цементация обсадних колон:
 D _____ мм від _____ до _____ м.

D _____ мм від _____ до _____ м.
D _____ мм від _____ до _____ м.

II. Геологічний розріз та конструкція свердловини

Геологічний розріз	Вік порід	Літологія Порід	Потужність шару, м			Конструкція свердловини	Примітка
			Від	До	всього		

III Результати пробної (дослідної) відкачки води з свердловини № _____

місяць, число	години, хвилини	№№ пониження	статичний рівень, м	динамічний рівень, м	зниження рівня, м	дебіт, м ³ /год	питомий дебіт, м ³ /год	Характеристика ерліфта		Характеристика насоса	
								Водопідйомні труби		повітряні труби	
								діам. труб, мм	глиб. загрузк, м	діам. труб, мм	глиб. загрузк, м

При відкачуванні досягнуто повне прояснення води, що встановилось через _____ годин з початку досліду. " _____ " _____ 200 ____ р.
_____ посада _____ підпис

IV. Дані про геофізичні роботи

V. Додаткові дані

VI. Лабораторні дослідження

проб води, відібраних з свердловини № _____

" _____ " _____ 200 ____ р.

Лабораторія _____

Хімічний склад води:

1. Фізичні властивості:

Кольоровість _____, прозорість _____, температура _____, запах _____, присмак _____

2. Хімічні властивості:

Сухий залишок, мг/дм³ _____, водневий показник _____
Жорсткість мг-екв/дм³: загальна _____, карбонатна _____, усувна _____, окислюваність _____, Na+K _____ мг/дм³,
Mg _____, Ca _____, Cl _____, сульфати _____, гідрокарбонати _____, Fe _____, нітрати _____, нітриди _____, азот амоній _____, радіоактивні елементи _____

VII. Бактеріологічні дослідження

В пробі води, що відібрана з свердловини № _____, яка належить _____
визначено число колоній на 1
см³ води _____ колі-індекс _____

VIII. Зони санітарного режиму

Зона суворого режиму (І пояс ЗСО) _____

Зона обмежень (ІІ пояс ЗСО) _____

Тип огороження свердловини _____

IX. Гідрогеологічні висновки

очікувані дані про зміни динамічного рівня,
дебіту і якості води в процесі експлуатації _____

Рекомендації по експлуатації:

X. Інформація про виконані ремонти свердловини

Ким і коли виконаний ремонт, які роботи виконані при ремонті:
зміни в конструкції свердловини, результати дослідної відкачки після
ремонту і рекомендації по експлуатації свердловини, таке інше: _____

XI. Експлуатаційні показники і монтаж водопідйомної установки

1. Тип насоса: _____
2. Глибина свердловини _____ м, робочий діаметр _____ мм
3. Водопідйомна колона діаметром _____ мм опущена до глибини _____ м
4. На відповідній трубі встановлений манометр з шкалою
на максимальний тиск _____ атм.
5. Продуктивність свердловини при зниженні рівні на _____ м
_____ м³/год
6. Монтаж _____ насосної _____ установки _____ виконала _____

(найменування організації)

7. Відомості про заміну насосної установки _____

XII. Надсвердловинні споруди:

1. Тип насосної, її розміри _____
2. Наявність люка в перекритті для монтажу насоса _____
Керівник _____
Головний інженер _____
Інженер-гідрогеолог _____

75 _____ 200 р.

"ПОГОДЖУЮ"

_____ (керівник, назва „ПІДРЯДНИКА”) _____

_____ (Фамілія, ініціали)

" _____ " _____ 200 ____ р.

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

_____ (керівник, назва „ЗАМОВНИКА”) _____

_____ (Фамілія, ініціали)

" _____ " _____ 200 ____ р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на спорудження розвідувально-експлуатаційної свердловини для забезпечення питною водою _____ (назва об'єкта) _____ в населеному пункті _____ району _____ області

1. Виконати обстеження території і надати рекомендації щодо місця закладання свердловини.

2. Виконати буріння розвідувально-експлуатаційної свердловини для забезпечення питною водою _____ (назва об'єкта) з дебітом _____ м³/годину і більше.

3. Конструкцією свердловини передбачити можливість установки електронасоса діаметром до _____ дюймів.

4. Провести комплекс дослідно-фільтраційних робіт по завершенню буріння свердловини.

5. Провести лабораторні дослідження якості питної води у свердловині.

6. Провести комплекс геофізичних і дослідно-гідрогеологічних робіт по визначенню експлуатаційних параметрів свердловини.

7. За результатами дослідних робіт скласти паспорт свердловини з рекомендаціями по її експлуатації.

8. Роботи по спорудженню свердловини виконати на протязі _____ (термін) _____.

Представник „ЗАМОВНИКА”, посада _____

{ _____ }

“Затверджую”

_____ (керівник бурової організації)
„ ____ ” ____ 2004р.

АКТ НА АВАРІЮ

по свердловині № _____ на території _____
(порядковий, проектний)

_____ (назва та адреса об'єкта)

Комісія в складі _____ (посада, прізвище та ініціали) ; _____ (посада, прізвище та ініціали) ;
_____ (посада, прізвище та ініціали) _____ .

встановила наступне:

Години, число, місяць, зміна, в якій відбулася аварія	
Прізвище бурильника, в зміні якого відбулася аварія	
На якій глибині відбулася аварія, в чому вона заключається, яка її причина та хто є винуватцем аварії	
Що залишилося в свердловині (вказати в якому положенні та розміри)	
Які прийняті заходи по ліквідації аварії	
Метод і дата закінчення ліквідації аварії	

Підписи членів комісії _____

“Затверджую”

_____ (керівник бурової організації)
„ ____ ” ____ 2004р.

А К Т

про закріплення свердловини обсадними трубами

“ ____ ” ____ 2000р.

Ми, нижчепідписані, буровий майстер _____,
гідрогеолог _____, машиніст бурової установки _____
склали акт про те, що в процесі буріння гідрогеоло-
гічної свердловини № _____ в _____
використані обсадні труби наступних параметрів: кондуктор діаметром
325мм _____ м, робоча колона діаметром 219мм _____ м, які залишені в
свердловині.

Підписи: буровий майстер _____
гідрогеолог _____
машиніст бурової установки _____

АКТ

приймання-передачі розвідувально-експлуатаційної свердловини на воду

№ _____ м (смт,с). _____

„_____” дня _____ місяця 200 ____ р.

Ми, що нижче підписалися, представник „ПІДРЯДНИКА” від _____ (назва організації) _____ з одного боку, та представник „ЗАМОВНИКА” _____ з іншого боку провели здачу свердловини на воду № _____ за договором № _____ від „_____” _____ 200 ____ р., який був заключний між _____ (назва організації) _____, що закладена на території _____ на абсолютній відмітці в місці, яке вказано „ЗАМОВНИКОМ” згідно акту про закладання свердловини від „_____” _____ 200 ____ р. При здачі - прийнятті виявилось:

Спорудження свердловини проводилось за проектом, який розроблений „_____” _____ 200 ____ р. _____ (назва проектної організації) _____ та згідно із поправками, що внесені _____ (див. Проектний геологічний розріз і конструкцію свердловини) _____.

В процесі приймання-передачі встановлено:

Глибина свердловини від поверхні землі _____ м;

Свердловина закріплена обсадними трубами діаметром _____ мм, в інтервалі _____ м;

Виконана затрубна цементация колони в інтервалі _____;

Нижче обсадної колони і до забою буріння виконане _____ мм;

За результатами дослідної відкачки отриманий дебіт _____ л/с; _____ м³/год; _____ м³/добу, при зниженні рівня води _____ м;

6. Свердловина закрита металевою кришкою;

7. Якість води відповідає вимогам ГОСТу 2874-82 "Вода питна".

Разом з актом переданий технічний паспорт свердловини № _____.

8. Буріння проводилось верстатом _____ під керівництвом бурового майстра _____.

9. Буріння і випробування свердловини проводилось згідно Технічних умов договору з оцінкою _____.

Свердловину здав _____ М.П.

Свердловину прийняв _____ М.П.

“Затверджую”

_____ (керівник бурової організації)

” _____ ” _____ 2004р.

АКТ

контрольного заміру глибини свердловини № _____

« _____ » _____ 200 _____ р.

Ми, що нижчепідписані, буровий майстер _____, гідрогеолог _____, машиніст _____ бурової _____ установки _____, склали акт, що нами був виконаний контрольний замір глибини свердловини № _____. При заміру установлена глибина м. _____ по буровому журналу м. _____, по контрольному заміру м. _____. Різниця склала _____ м і пояснюється _____. Фактично прийнята глибина _____ м.

Підписи:

буровий майстер

гідрогеолог

машиніст бурової установки

“Затверджую”

_____ (керівник бурової організації)

” _____ ” _____ 2004р.

АКТ

про закладку бурової свердловини № _____

« _____ » _____ 200 _____ р.

Ми, що нижчепідписані, буровий майстер _____, гідрогеолог _____ провели закладку свердловини № _____

Початковий діаметр свердловини _____ мм. азимут буріння кут нахилу _____

Проектна глибина свердловини _____ м.

Свердловина закладена _____ (у відповідності з проектом), з відхиленням від проекту) в останньому випадку обґрунтувати причини відхилення)

Цільове призначення свердловини _____

Свердловина винесена на місцевість (інструментально, візуально).

Проектний геологічний розріз і геолого-технічний наряд (конструкція свердловини) додаються.

Гідрогеолог _____

Буровий майстер _____

“Затверджую”

_____ (керівник бурової організації)

” ” 2004р.

АКТ

про готовність бурової до виконання робіт

_____ (дата)

Місцезнаходження та адреса об'єкта _____

Свердловина № _____ для _____
(проєктний, порядковий) (назва об'єкта)

Дійсний акт складений комісією в складі бурового майстра, нач. експедиції _____, представника профспілкової організації _____, в тому що на буровій встановлені _____ щогла (вишка) висотою _____ м з _____ відтяжками та кронблоком, які закріплені _____ (вид закріплення) _____; буровий агрегат _____, який пройшов ремонт _____
(вид та дата ремонту)

Огородження встановлені на _____
Установка укрита _____ та має підігрів _____

Заключення комісії: все обладнання знаходиться в технічно справному стані та змонтовано у відповідності до правил безпеки ведення робіт, за винятком наступних порушень та недоліків

_____ (опис порушень та недоліків з вказанням терміну їх ліквідації)

Підписи _____

“Затверджую”

_____ (керівник бурової організації)

” ” 2004р.

А К Т

про цементування обсадних колон

” ” 2000р.

Ми, що нижчепідписані, буровий майстер _____, гідрогеолог _____, машиніст бурової установки _____ склали акт про те, що в процесі спорудження гідрогеологічної свердловини № _____ в _____ обсадні колони зацементовані. На цементацию кондуктора витрачено _____ т цементу, на цементацию робочої колони _____ т.

Підписи: буровий майстер _____
гідрогеолог _____
машиніст бурової установки _____

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Станок _____

Головний інженер _____

Бригада бурового майстра _____

200 __ р.

Геологотехнічний наряд на _____ буріння свердловини № _____ (порадковий, проектний) _____
на території _____ (назва виробничого об'єкту) _____ (адреса об'єкту, селище, район, область) _____

Проектна глибина свердловини _____ м, проектний водоносний горизонт _____

Загальна кошторисна вартість _____

за нарядом, планом _____

Закінчення робіт _____

Початок робіт _____

Проектні дані				Фактичні дані																	
Стратиграфія	(Описання)	Від	Місцезнаходження	Літографічний розріз	Потужність шару, м	Геологічний розріз та конструкція свердловини	Категорія порід	Тип і діаметр бурового долота	Конструкція і діаметр бурового снаряду (в інтервалах)	Маса снаряду, кг	Число ударів	Вказівки про кінцешні стінки свердловини та застосування воли при бурінні	Літографічний розріз	Потужність шару, м	Категорія порід	Тип і діаметр бурового долота	Конструкція та діаметр бурового снаряду (по інтервалах)	Маса снаряду, кг	Число ударів	Вказівки про кінцешні стінки свердловини та застосування воли при бурінні	Вказівки щодо видобутку зразків, електрометричних вимірів, встановлення та конструкції фільтрів, виконання пробної вилкачки

Склад _____

Перевірив _____

(посада, прізвище, ініціали)

(посада, прізвище, ініціали)

Дата _____

Дата _____

Управління (Інститут) _____ (Місто, селище) _____
 Еспедиція _____ (Дата) _____

БУРОВИЙ ЖУРНАЛ

Свердловини № _____

Місце знаходження свердловини _____

1. Стан свердловини на _____ 200__ р.
 (число, місяць)

2. Загальна глибина свердловини _____

3. Остання колона обсадних труб діаметром _____
 посаджена на глибину _____ м

4. Назва породи на забої _____

5. Рівень води _____ м

6. Свердловина № _____ Робота розпочата “ _____ ” _____ 200__ р.

7. Журнал складений за період з _____

8. Спосіб буріння : роторний , ударно-канатний _____

9. Назва установки _____

10. Інвентарний № _____

11. Буровий майстер _____

Обсаджено труб, м			№ пласта	№ зразка породи	Глибина з якої взято зразок , м	Описання пройдених порід	Глибина , м		Потужність, м	Рівень води, м	
Діаметр труби, мм	Від	До					Від	До		На початку зміни	В кінці зміни

Дата	Зміна	Кількість робітників в зміні, разом із змінним майстром	Опис робіт, назва та діаметр труб	Витрачено часу			Пройдено, м		
				На чисте буріння	На інші роботи та простой		Від	До	Всього

Підписи : _____

Управління (Інститут) _____ (Місто, селище) _____
 Еспедиція _____ (Дата) _____

ЗМІННИЙ РАПОРТ

Про хід робіт при _____
 (спосіб буріння) _____

свердловини № _____ на території _____
 (назва виробничого об'єкта) _____

(адреса об'єкта) _____

Зміна _____ за число _____ місяця 200__ р.

Глибина свердловини на початку зміни _____ м

Рівень води на початку зміни _____ м

Глибина свердловини в кінці зміни _____ м

Рівень води в свердловині в кінці зміни _____ м

Пробурено за зміну _____

Зміна	Склад зміни (прізвища)	Час початку зміни	Тривалість кожного процесу	Пробурено, м	Діаметр труб, мм	Глибина встановлення бапмака колоні, м	Режим буріння			Буровий снаряд			Опис робіт за зміну
							Маса	Число ударів	Застосування води при бурінні	Назва інструментів	Довжина, м	Діаметр, мм	

Геологічна частина

Пройдено, м		Опис пройдених порід та їх категорія	Номер зразка породи	Глибина з якої взято зразок	Глибина рівня води, м		Примітка
від	До				Поява	Встанов- лення	

Склад : _____

Перевірив: _____

ЖУРНАЛ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

Управління (Інститут) _____

експедиція _____

Буровий майстер _____

дата _____

№ п/п	№ табеля	Прізвище, ім'я, по батькові та професія робітника	Дата поступлення або перевodu робітника	Назва роботи на яку призначений робітник	Дата проведення ввідного інструктажу	Прізвище, ім'я, по батькові та посада робітника, який проводив ввідний інструктаж	Дата проведення інструктажу на робочому місці	Прізвище, ім'я, по батькові та посада робітника, який проводив інструктаж на робочому місці	Підпис робітника, який отримав інструктаж з техніки безпеки	Особливі позначки

Журнал _____

вів: _____

(підпис)

(установа) _____

(експедиція) _____

АКТ

на проведення ліквідаційного тампонажу

Спорудженої на території _____ свердловини № _____

(адреса об'єкта) _____

Спорудження свердловини почато _____ 200 р. Закінчено _____ 200 р.

Тампонаж свердловини проводився _____ 200 р.

буровою установкою _____

Ми, що нижчепідписані, представники від виконавця робіт _____ (установа) _____:

з однієї сторони, та представники від замовника робіт, з другої сторони:

склали даний акт про те, що був проведений ліквідаційний тампонаж свердловини № _____. Комісія провела огляд і перевірку проведення ліквідаційного тампонажу свердловини, згідно технічного завдання: глибина свердловини перед тампонажем _____ м, стан свердловини перед тампонажем _____

обсадні колони в свердловині перед тампонажем:

кількість колон _____, діаметр _____ мм, інтервал обсадки _____,

стан обсадних труб.

МП Представники "ЗАМОВНИКА": _____

МП Представники "ВИКОНАВЦЯ": _____

ЖУРНАЛ ДОСЛІДНОЇ ВІДКАЧКИ СВЕРДЛОВИНИ № _____

1. Глибина свердловини _____ м.
2. Кінцевий діаметр свердловини _____ м.
3. Глибина встановлення робочої частини фільтра від _____ до _____ м.
4. Основні дані про фільтр: а) тип _____; б) діаметр _____ мм; в) довжина робочої частини _____ м; г) сітка _____ (матеріал); тип _____ (плетення); № _____
5. Тип насоса: а) штанговий, діаметр циліндра _____ мм; діаметр водопіднімальних труб _____ мм; б) ерліфт, система (центральна, паралельна, здвоєна); марка компресора _____; продуктивність компресора _____ м³ /хв. повітря; можливий максимальний тиск _____ МПа; діаметр повітряних труб _____ мм; глибина занурення до гирла _____ м; діаметр водопіднімальних труб _____ мм; глибина занурення до гирла _____ м; пусковий тиск _____ МПа; робочий тиск _____ МПа.
6. Двигун _____; потужність _____ кВт.
7. Статичний рівень до відкачки _____ м, після відкачки _____ м.
8. Динамічний рівень: при першому зниженні _____ м; другому зниженні _____ м.
9. Відкачка почата 200 _____ р., місяця _____, дня _____ год, _____ хв; ємкість мірної посудини _____ л (при вимірюванні іншими способами вказати їх); відкачка закінчена 200 _____ р, _____ дня.
10. Загальна тривалість відкачки _____ год _____ хв. (при перерв - вказати).

Результати спостережень за ходом дослідної відкачки на св. № _____

№ спостереження	Місяць, число	Години, хвилини	Рівень води в свердловині		Час початку наповнення ємкості, хв,	Час кінця наповнення ємкості, хв, сек.	Тривалість заповнення ємкості, хв,	Дебіт, м ³ /год	Зниження рівня, м	Чистота води			Примітка
			По заміру від свердловини, м	По тиску манометра, Мпа						Прозора	Каламутна, є винос піску (да,	Глибина занурення клапану,	

Примітка: при відкачуванні штанговим насосом додати колонки з характеристиками насоса – хід поршня, діаметр поршня, кількість ходів, підсмоктування повітря.

Відкачку проводив:

Перевірив:

Буровий майстр _____ (підпис) Гідрогеолог _____ (підпис)

_____ (установа)

ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

- Аварія при бурінні – 94,95
Аварійний інструмент – 98
Артезіанські води – 24
Башмаки забивні – 85
Буріння:
 вібраційне – 35,159
 гідравлічне – 35,162
 обертове – 34,43
 колонкове – 34,43,144
 роторне – 34,43,103
 ручне – 34,163
 ударно-канатне – 34,43,68
 шнекове – 34,154
 Бурові наконечники – 72,164
 Буримість порід – 18
 Буровий канат – 68
 Вантажопідйомність – 70
 Вертлюг-сальник – 105,118
 Верховодка – 21
 Вібросонд – 160
 Відкачка води – 195
 Водопроникність – 16
 Глибина свердловини – 31
 Головки:
 забивні – 85
 цементуючі – 176
 Грунтові води – 23
 Джерела – 15
 Дебіт – 57
 Динамічний запас – 27
 Долото:
 двотаврове – 74
 зубильне – 75
 округляюче – 74
 плоске – 115
 лопатеве – 111,112
 хрестове – 74
 шарошечне – 111,113
 Дробові коронки – 148
 Желонка:
 з плоским клапаном – 78,79
 з напівсферичним клапаном – 79
 поршнева – 78,80
 Забій свердловини – 31
 Зони санітарної охорони – 203
 Експлуатаційна свердловина – 30
 Елеватор – 119
 Експлуатаційні запаси – 27
 Електрокоратаж – 217
 Ерліфт – 108,196
 Замок канатний – 72,73,77
 Йорші:
 однорогі – 98
 дворогі – 99
 Канат:
 інструментальний – 68,80
 желоночний – 70,80
 талевий – 70,80
 Канаторізка – 98
 Каротаж свердловини – 217
 Керн – 145
 Кернорвач – 146
 Колокол ловильний – 137
 Кондуктор – 31
 Колонкові труби – 149
 Конструкція свердловин – 31,45
 Коронка – 149
 Кольматация – 227
 Лебідка бурової установки – 72
 Ліквідація свердловини – 238
 Міжпластові води – 24
 Метчик ловильний – 137

Навантаження на долото:
 осьове – 131
 питоме – 131
 Насадка гідромоніторна – 115
 Насоси занурені – 199
 Обладнання – 199
 Обстеження свердловин – 218
 Овершот – 138
 Оголовок свердловини – 192
 Осадкові породи – 11
 Параметри глинистого розчину – 124
 Підземні води – 17
 Природні запаси – 26
 Проектування свердловини – 36
 Промивна рідина – 105, 120
 Перехідник – 104, 110
 Розглинизація свердловини – 187
 Режим буріння:
 осьове навантаження – 131
 питоме навантаження – 131
 Ремонт свердловини – 232
 Ротор бурової установки – 104
 Сальник – 181
 Система:
 талева – 105
 циркуляційна – 104
 Свердловина:
 безфільтрова – 185, 186
 дренажна – 30
 експлуатаційна – 30
 спостережна – 30
 розвідувальна – 29
 розвідувально-експлуатаційна – 30
 досконала – 60
 недосконала – 60
 Снаряд буровий – 68
 Статичні запаси – 27
 Столбур свердловини – 32

Тампонування свердловини – 171
 Технологія буріння – 82
 Труба:
 бурильна – 116, 146
 ведуча – 117
 колонкова – 146
 обсадна – 31, 54, 84
 Установка бурова – 72
 Устя свердловини – 31
 Фільтрова колона – 188
 Фільтр свердловини:
 гравійний – 48, 53
 каркасно-стержньовий – 52
 сітчатий – 51
 дротяний – 51, 52
 трубчатий – 49
 щілинний – 48
 Фрезери забійні – 139
 Хомути:
 затяжні – 91
 шарнірні – 91
 Цементування:
 з нижньою пробкою – 173
 з верхньою пробкою – 173
 з двома пробками – 178
 манжетне – 179
 через заливні трубки – 179
 Число ударів долота – 86, 87
 Шарошка – 113
 Шламкові труби – 149
 Шнек – 154
 Штанга:
 розсувна – 76
 ударна – 76
 Шпаруватість – 49
 Шліпс – 73

ЗМІСТ

	Стор
Термінологічний словник	3
Вступ	7
1 Загальні відомості	9
1.1. Характеристика гірських порід	9
1.2. Підземні води, характеристика та запаси	17 2.1
1.3. Свердловини. Визначення та класифікація	29
1.4. Основні елементи свердловини	31
1.5. Способи буріння	33
2 Проектування водозабірних свердловин	36
2.1. Склад проекту та вихідні дані	36
2.2. Вибір водоносного шару та місця розташування свердловини	39
2.3. Вибір способу буріння	43
2.4. Обґрунтування конструкції	45
2.5. Розміри і конструкція фільтра	47
2.6. Обсадні труби	54
2.7. Визначення дебіту	57
3 Ударно-канатне буріння	68
3.1. Принцип буріння та бурові установки	68 2.2
3.2. Буровий інструмент	72
3.3. Технологія буріння	82
3.4. Аварії та їх ліквідація	94
4 Роторне буріння	103
4.1. Сутність буріння	103
4.2. Буріння з прямою промивкою	104
4.3. Буріння із зворотною промивкою	108
4.4. Буровий снаряд	110
4.5. Промивні рідини	120
4.6. Технологія буріння	126
4.7. Аварійні роботи	136
5 Колонкове буріння	144
5.1. Принцип буріння	144
5.2. Буровий інструмент	148
5.3. Технологія буріння	150
6 Інші способи буріння	154
6.1. Шнекове буріння	154
6.2. Вібраційне буріння	159

	6.3. Гідравлічне буріння	162
	6.4. Ручне буріння	163
	6.5. Вогненне буріння	168
7	Спеціальні роботи при бурінні свердловин	169
	7.1. Закріплення свердловин обсадними трубами	169
	7.2. Тампонування міжтрубного і затрубного простору	171
	7.3. Влаштування фільтрів	180
	7.4. Розглинизація свердловин	187
	7.5. Влаштування оголовка, камер, павільйона	192
	7.6. Проведення тимчасових відкачок	195
	7.7. Обладнання для постійних відкачок та його встановлення	199
	7.8. Влаштування зон санітарної охорони	203
	7.9. Передача водозабірних свердловини в експлуатацію	206
8	Експлуатація і ремонт свердловин.	217
	8.1. Каротаж свердловин	217
	8.2. Обстеження	218
	8.3. Ремонт	232
	8.4. Ліквідація свердловин	238
9	Техніка безпеки при виконанні бурових робіт	240
	Література	248
	Додатки	250
	Предметний покажчик	264

Навчальне видання

*Анатолій Михайлович Тугай
Валерій Олегович Орлов
Віктор Опанасович Шадура*

БУРОВА СПРАВА В ВОДОПОСТАЧАННІ

Підручник

*Коректор
Комп'ютерна верстка*

*В.О.Шадура
В.О.Орлов*

Підписано до друку 26.03.2004 р. Формат 60×84 ¹/₁₆.
Папір друкарський № 1. Гарнітура Times. Друк трафаретний.
Ум.-друк. арк.15,6. Тираж 150 прим. Зам. №196.

*Редакційно-видавничий центр
Національного університету
водного господарства та природокористування
33028, Рівне, вул.Соборна,11.*

